

# **FORSKNINGSRAPPORTER FRÅN HUSÖ BIOLOGISKA STATION**

**No 147 (2017)**



*Heidi Herlevi*

## **Jämförande undersökning av bottenfaunasamhället och bottenhabitatet vid Marsund/Bovik (NV Åland) och SÖ Kumlinge**

*(A comparative study on the benthic fauna and habitat in Marsund/Bovik (Northwestern Åland islands)  
and SE Kumlinge (Eastern Åland Islands))*



I publikationsserien **Forskningsrapporter från Husö biologiska station** rapporteras forskning utförd i anknytning till Husö biologiska station. Serien utgör en fortsättning på serierna **Husö biologiska station Meddelanden** och **Forskningsrapporter till Ålands landskapsstyrelse**. Utgivare är Husö biologiska station, Åbo Akademi. Författarna svarar själva för innehållet. Förfrågningar angående serien riktas till stationen under adress: Bergövägen 713, AX-22220 Emkarby; telefon: 018-37310; telefax: 018-37244; e-post [huso@abo.fi](mailto:huso@abo.fi). (Även: Åbo Akademi, Miljö- och marinbiologi, BioCity, Artillerigatan 6, 20520 Åbo).

The series **Forskningsrapporter från Husö biologiska station** contains scientific results and processed data from research activities of Husö biological station, Biology, Åbo Akademi University. The authors have full responsibility for the contents of each issue. The series is a sequel to the publications **Husö biologiska station Meddelanden** and **Forskningsrapporter till Ålands landskapsstyrelse**. Inquiries should be addressed to Husö biological station, Åbo Akademi University. Address: Bergövägen 713, AX-22220 Emkarby, Finland; phone: +358-18-37310; telefax: +358-18-37244; e-mail: [huso@abo.fi](mailto:huso@abo.fi) (Also Åbo Akademi University, Environmental and Marine biology, BioCity, Artillerigatan 6, FIN-20520 Turku, Finland)

Redaktör/Editor: Tony Cederberg

ISBN 978-952-12-3644-0  
ISSN 0787-5460

## **Jämförande undersökning av bottenfaunasamhället och bottenhabitatet vid Marsund/Bovik (NV Åland) och SÖ Kumlinge**

*(A comparative study on the benthic fauna and habitat in Marsund/Bovik (Northwestern Åland islands) and SE Kumlinge (Eastern Åland Islands))*

**Heidi Herlevi**

Husö biologiska station, Åbo Akademi  
22220 Emkarby, Åland, Finland

### **Abstract**

*In the summer of 2017 a study was conducted comparing the benthic fauna composition and habitat between two areas in the Åland archipelago; one in the northwestern middle archipelago (Marsund/Bovik) and one in the eastern outer archipelago (Kumlinge). In total 20 stations (10 in each area) in the coastal zone were sampled for benthic fauna in four depth zones (0-3 m, 3-6 m, 6-10 m and >10 m). In addition, 44 and 45 stations (in Marsund/Bovik and Kumlinge, respectively) distributed among the same depth zones were studied for vegetation and habitat by using a drop-video method.*

*The species composition of benthic fauna showed no clear differences, but rather followed the same pattern regarding dominance of the Baltic clam (*Macoma balthica*) and deposit-feeding gastropods in the genus *Hydrobia*. The prevalence of other species, namely the non-indigenous polychaetes *Marenzelleria* spp. and some crustacean (e.g. *Ostracods*) also increased with depth in both areas. The Baltic clam also constituted the majority of the benthic biomass in both areas. However, even other bivalves made up a significant portion of the biomass in Kumlinge. The length distribution of *M. balthica* showed a dominance of small length classes (<10 mm) and a lack of larger length classes (>10 mm) in Marsund/Bovik, which indicates a low survival of older individuals, especially in the shallow areas. In Kumlinge, the length distribution was more even and shifted towards larger individuals, although small individuals were abundant. This indicates both good reproductive output and lower predation pressure on larger individuals compared to Marsund/Bovik. The largest differences were caused by the overall abundance and biomass of benthos, both of which were substantially higher in Kumlinge.*

*Moreover, the diversity of habitats was also higher in Kumlinge; both regarding average number of species per habitat and type of habitats. There were also clear differences in the vegetation assemblages in these two areas, as the most frequently observed species in Kumlinge was the phaeophyte *Chorda filum*, whereas angiosperms (*Potamogeton* spp., *Stuckenia pectinata* and *Myriophyllum* spp.) were most abundant in Marsund/Bovik. The charophyte *Tolypella nidifica* was also*

*observed frequently in Kumlinge. Bare bottoms were abundant in both areas, but constituted the majority of habitats only in Marsund/Bovik, whereas mixed-vegetation habitats were most abundant in Kumlinge. Soft bottom was the dominating sediment type in both areas. In both areas, approximately 20 % of the sites were classified as valuable habitat. However, habitats with high value for fish reproduction were more abundant in Kumlinge, mostly as a result of the higher vegetation cover in general.*

*Although the benthic communities in both areas seemed to be in good condition based on the prevalence of long-lived species (*M. balthica*), and a smaller proportion of opportunistic species, such as chironomids and oligochaetes, signs of eutrophication could be discerned. In Marsund/Bovik especially, oxygen depleted areas with hydrogen sulphide production were frequent. Some locations were also completely covered in mat-forming cyanobacteria. Moreover, filamentous ephemeral algae were abundant in both areas. Habitats dominated by the perennial brown algae *Fucus vesiculosus*, were scarce in both areas.*

# Innehåll

<b>1 Inledning</b>	1
<b>2 Material och Metoder</b>	1
2.1 Undersökningsområden	1
2.1.1 Marsund/Bovik	1
2.1.2 Kumlinge	3
2.2 Bottenfaunaundersökning	3
2.3 Drop-videokartering	4
2.3.1 Habitatklassificering	4
2.4 Statistiska metoder	5
<b>3 Resultat</b>	5
3.1 Hydrografi och sediment	5
3.2 Bottenfauna	7
3.2.1 Bottenfaunasammansättning och diversitet	10
3.2.2 Östersjömusslans förekomst och längdfördelning	11
3.3 Habitatkartering	15
3.3.1 Marsund/Bovik	15
3.3.2 Kumlinge	16
3.3.3 Analys av skillnader	18
<b>4 Diskussion</b>	19
4.1 Skillnader i bottenfaunasammansättningen	19
4.2 Skillnader i växtsamhällen och habitat	20
4.3 Habitatkvalitet för fisk	21
4.4 Miljöstatus i områdena	21
4.5 Sammanfattning	22
<b>5 Litteraturförteckning</b>	23
<b>Bilagor</b>	

# 1 Inledning

På uppdrag av Ålands landskapsregering (ÅLR) utfördes sommaren 2017 en kartering av bottenfaunasamhället och undervattenshabitat i Marsund/Bovik och Kumlinge vid nordvästra, respektive östra Åland. Dessa två områden provfiskas årligen av Fiskeribyrån vid Ålands landskapsregering (ÅLR) och bottenfaunasamhället och habitatet i dessa områden är av speciellt intresse med tanke på den näring och habitat som finns tillgänglig för fisk i dessa områden. Grunda kustnära områden med vegetation är ofta viktiga för fiskarnas lek och uppväxt (GUNDERSEN et al. 2017). Eftersom det finns en stark koppling mellan växtlighet och bottenfaunasamhällets sammansättning (PIHL 1986, BOSTRÖM & BONSDORFF 1997) spelar habitatets typ och kvalitet en viktig roll även för fisksamhällets uppbyggnad. I samband med fiskeribyråns årliga provfisken har det noterats skillnader i bl.a. abborrens (*Perca fluviatilis*) tillväxt mellan områdena (K. ÅDJERS, ÅLR, muntlig uppgift, 2017).

Området kring Kumlinge har tidigare undersökts år 2011 inom NANNUT-projektet (KIVILUOTO 2012), där undervattenshabitat karterades med syftet att underlätta områdesplanering och skydd av värdefulla habitat, men området söder om Kumlinge täcktes inte helt av den studien. Bottenfaunasamhället i Kumlinge har inte studerats tidigare. Trots att nordvästra Åland är relativt välstuderat gällande bottenfauna, har norra Marsund och de grunda vikarna kring Bovik och norra Hammarland inte heller kartlagts tidigare för bottenfauna. Undervattenshabitat har ställvis dokumenterats endast i samband med några vegetationskarteringar (bl.a. HALDIN 1994, MÄENSIVU 2006). Syftet med denna kartering var att ge en kvalitativ beskrivning och jämförelse av områdena utgående från bottenfauna och växtlighet. Dessa data kan användas för att utvärdera tillgänglighet av bytesdjur för fisk, samt för att utvärdera områdenas lämplighet som habitat för fisk. Eftersom det tidigare finns litet eller ingen information om bottenfauna och undervattenshabitatet i dessa områden, speciellt vid grunda områden (<10 m djup) kan den erhållna informationen utgöra underlag för olika ändamål.

## 2 Material och Metoder

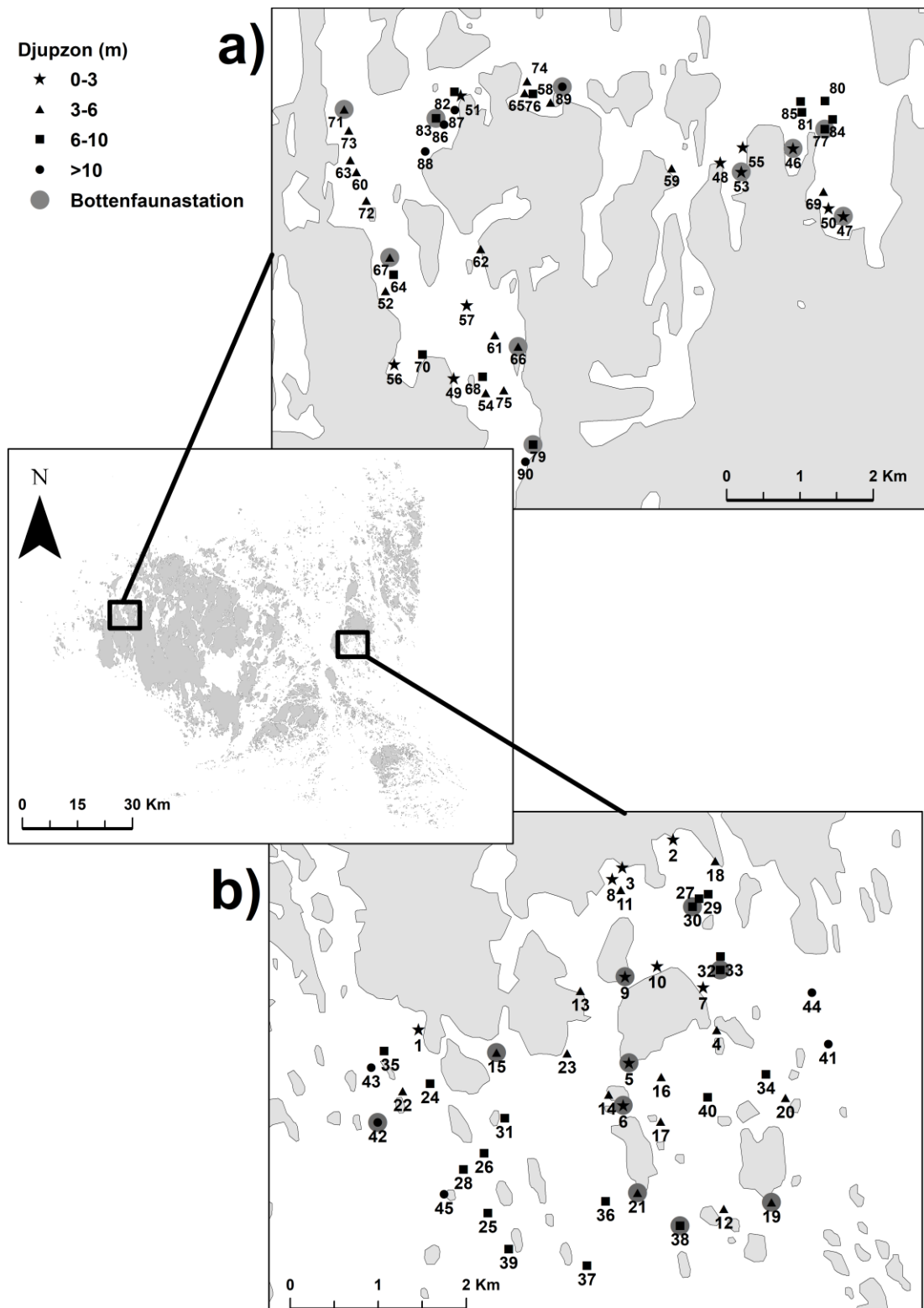
### 2.1 Undersökningsområden

Sommaren 2017 undersöktes två områden i nordvästra och östra Åland för bottenfauna och -habitat (fig. 1). Dessa områden är de samma som använts för det årliga provfisket som utförs av Fiskeribyrån (ÅLR). Sammanlagt undersöktes 90 stationer; 45 vid vardera området, varav 10 per område användes för bottenfaunaundersökning (bil.1). Alla 90 stationer filmades med drop-video för kartläggning av undervattenshabitat.

#### 2.1.1 Marsund/Bovik

Marsund ligger mellan Eckerö och Hammarland (nordvästra Åland; fig. 1) och är relativt skyddat av landmassorna till öst och väst, men exponeras för främst nordliga vindar. Området som i denna undersökning kallas för Marsund/Bovik innefattar vikarna och fjärden i norra Hammarland, samt norra delen av Marsund. Området är i huvudsak grunt, då största delen av botten ligger på mindre än 10 m

djup, med undantag av några djupsänkor, där djupet kan överstiga 15 meter. Saliniteten i undersökningsområdet ligger normalt mellan 5,5 och 5,9 ppt. Detta område klassificeras som mellan- och ytterskärgård, då den har beräknats ha en medelvattenutbytestid på ca 10–40 dygn (ÅLR 2015a).



Figur 1. Undersökningsområden i a) Marsund/Bovik b) Kumlinge med provtagningspunkter för drop-video och bottenfauna. Se bilaga 1. För bottenfaunastationernas ID och deras exakta koordinater.  
 Figure 1. Study areas in a) Marsund/Bovik and b) Kumlinge with drop-video and benthic fauna sampling locations shown. See appendix 1 for corresponding number of benthic fauna sampling stations and exact coordinates

### 2.1.2 Kumlinge

Kumlinge är en ögrupp som ligger öster om fasta Åland (fig. 1). Området har en medelvattenutbytestid på mindre än 10 dygn och något högre salinitet (6–6,2 ppt) än Marsund/Bovik och klassificeras i sin helhet som ytterskärgård (ÅLR 2015 a). Men provpunkternas exponering ligger på samma nivå som för provpunkterna i Marsund/Bovik. Den ekologiska statusen för vattnen kring Kumlinge påverkas av närsaltsbelastning från Skärgårdshavet och det finska fastlandet. Lokalt har även fiskodlingar en inverkan på den ekologiska statusen (ÅLR 2015a, b).

## 2.2 Bottenfaunaundersökning

Bottenfaunaprovtagningen utfördes 14-15.6.2017 i Marsund/Bovik och 3-5.7.2017 i Kumlinge. Stationerna för bottenfaunaundersökningen slumpades bland de befintliga provfiskestationerna. De 90 provfiskestationerna är indelade i 4 djupzoner; 0–3 m, 3–6 m, 6–10 m, och 10-20 m. Av de 45 provfiskestationerna vid vardera området slumpades tre stationer ut per djupzon med undantag för den djupaste zonen (10–20 m), där endast en station bestämdes. Detta gjordes eftersom den djupaste zonen hade färre punkter än de andra (5 st.) och för att behålla mängden bottenfaunastationer på en rimlig nivå. Antalet bottenfaunastationer per område blev då 10 (tab. 1). I första hand användes koordinaterna för provfisket för att hitta de ut slumpade stationerna, men den slutliga positionen bestämdes i fält utgående från botten substratets lämplighet. I fall substratet vid den utvalda punkten inte lämpade sig för bottenprovtagning, bestämdes en ny punkt inom samma djupzon i närheten och den nya punktens koordinater antecknades. Då ett lämpligt ställe hittades togs tre replikata prov med en Ekman-Birge bottenhämtare (17 x 17 cm; 289 cm<sup>2</sup>). Proven sållades skilt med ett 0.5 mm såll och konserverades i 70 % etanol. Dessutom togs vid varje station ett skilt bottenhugg för sedimentprov. Sediment från bottenhuggets översta lager (ca. 3 cm) togs tillvara för bestämning av sedimentets organiska halt. Sedimentproven förvarades frysta (-20 °C) före fortsatt analys. Vid varje hugg antecknades också sedimentets typ, färg och eventuell lukt av svavelväte. Därutöver bestämdes vattnets temperatur, salinitet och pH med en YSI Pro Plus-fältmätare en meter ovanför botten vid varje station. Syrehalt (mg/l) och syremättnad (%) bestämdes skilt med en YSI ODO-optisk sond.

I laboratoriet analyserades bottenproven med hjälp av ljusmikroskop. Vid analyseringen av bottenfaunaproven eftersträvades en bestämning till artnivå. För varje art/faunagrupp bestämdes också en våtvikt (g) per prov. Östersjömusslans, *Macoma balthica*, storleksfördelning (skallängd med 1 mm:s noggrannhet) mättes också i samband med analysen. Därefter beräknades artantal (arter/prov), abundans (ind./m<sup>2</sup>) och biomassa (g/m<sup>2</sup>) per station som medelvärde ± standardavvikelse. Dessutom beräknades Shannon-Wieners diversitetsindex (H'; med naturlig logaritm som bas) och Pielous jämnhetsindex (J') för varje station och djupzon.

Sedimentets organiska halt (%) bestämdes genom mätning av glödningsförlust. Sedimentproven torkades först 24 h i 100 °C och brändes sedan 5 h i 500 °C. Organiska halten räknades sedan ut enligt formeln:

$$\frac{\text{torrvikt} - \text{askfri vikt}}{\text{torrvikt}} \times 100 \%$$



## 2.3 Drop-videokartering

För kartering av undervattenshabitat användes drop-videofilmning. Metoden som följdes har utarbetats inom VELMU-projektet och är samma som också användes inom NANNUT-projektet på Åland år 2011 (se KIVILUOTO 2012). Drop-video karteringen skedde på sammanlagt 89 punkter; 45 i Kumlinge och 44 i Marsund/Bovik (punkt nr. 78 lämnades bort p.g.a. kort avstånd, <100 m, till två andra punkter). Varje punkt lokaliserades enligt de koordinater som erhållits av Fiskeribyrån.

Drop-video karteringen ägde rum 27.-29.6. i Marsund/Bovik och 5.-7.7. i Kumlinge. Kamerautrustningen bestod av en undervattenskamera monterat med en bakfena och två dyklampor, skärm och ackumulator som extern strömkälla för skärmen. Kameran som användes var en GoPro Hero 4 i ett vattentätt fodral. Kameran var justerad att simma i en 45° vinkel mot botten. Då den rätta punkten lokaliserats med GPS, stannades båten, djupet mättes med ekolod och kameran sänktes med rep till botten. Inspelningen började när kameran var ca 30 cm från botten. De verkliga koordinaterna noterades när inspelningen började och djupet noterades på nytt ifall den ändrats. Via skärmen granskades botten under hela inspelningen och intressanta observationer antecknades i fältprotokoll. Vid varje punkt inspelades 1 min video i full HD kvalitet. Båten tilläts driva under inspelningen, men beroende på väderförhållandena justerades hastigheten vid behov med båtens motor. Under inspelningen, ca 30 sekunder, fördes kameran ända ner på botten för att bättre kunna avgöra hurudan botten typen var (uppvirvlande sediment). Koordinaterna och djupet antecknades även vid slutet av inspelningen. I fältprotokollen antecknades: Provpunktens ID, videonummer, koordinater (start/slut), djupet (start/slut), väderförhållanden samt eventuella övriga observationer.

Varje film analyserades från början till slut. I analysen antecknades botten typ, arter och täckningsgrad för dessa. I en film analyserades hur många procent av botten som bestod av t.ex. finkornigt material (silt) respektive grovkornigt material (sand, grus) eller berg under hela filmen. Hos växter kan täckningsgraden överstiga 100 % p.g.a. skiktning, medan botten typen endast kan uppgå till 100 %. Växterna artbestämdes om möjligt till artnivå men vid vissa tillfällen kunde en artbestämning göras endast till närmaste släkte. Med drop-video-metoden kan det ibland vara svårt att urskilja vissa arter och av den anledningen blir artantalet oftast mindre med denna metod jämfört med flera andra metoder. Syftet inom denna studie var ändå främst att beskriva habitattypen och jämföra förekomsten av olika habitattyper inom undersökningsområdena.

### 2.3.1 Habitatklassificering

Habitatklassificeringen följer den som utarbetats inom NANNUT-projektet (LUNDBERG et al. 2012). Habitatet får namn efter den dominerande arten eller organismgruppen. Har den vanligaste arten eller gruppen en täckningsgrad som överstiger 15 % jämfört med övriga arters täckning, klassas det som ett *enartssamhälle* och benämns efter den arten. Är ingen enskild art eller grupp i majoritet används namnet *blandsamhälle*. I fall där ingen av de undersökta arterna eller grupperna har en täckningsgrad över 10 % har samhället kallats bar (LUNDBERG et al. 2012).

Enligt klassificeringen som utarbetats inom NANNUT-projektet kan ett habitat klassificeras som speciellt värdefullt ifall något av de följande kriterierna uppfylls (LUNDBERG et al. 2012):

- Förekomst av rödlistad/hotad art
- Älgräsäng med minst 20 % täckningsgrad
- Fiskyngelhabitat på grund vegetationsbotten, minst 60 % täckningsgrad av höga växter, minst 1,5 m djupt
- Artrika habitat med över 50 % täckning och 2–3 arter över genomsnittet för området
- Blåstångsbälte med över 30 % täckning, minst 2 m djup
- Rödalgsbälte med över 30 % täckning, minst 4,5 m djup

## 2.4 Statistiska metoder

För att bestämma skillnader i bottenfauna- och växtsamhällen mellan områden jämfördes artuppsättningen d.v.s. arternas relativa abundans (andelen artvis täckningsgrad/abundans av total täckningsgrad/abundans per station) i de två områdena med ANOSIM (*Analysis of Similarities*). Analysen gjordes utgående från Bray-Curtis-likheter av kvadratrotstransformerade medeltal av individtätheterna (per m<sup>2</sup>) per art och station, samt relativa täckningsgraden av växtarter/grupper per station. Eftersom antalet videopunkter skiljde sig mellan områdena och djupzonerna, slumpades punkter ut så att det i analysen inkluderades 9, 13, 12 och 5 punkter från de olika djupzonerna vid båda områdena (grundaste till djupaste). För att ytterligare minska på spridningen och antalet noll-värden, sammanslogs vissa arter till större kategorier, så att det slutliga antalet arter/grupper blev 14. För att bestämma vilka arter/grupper stod för eventuella skillnader, utfördes även en SIMPER-analys (*Similarity Percentages*), utgående från Bray-Curtis-likheterna. Dessa analyser gjordes i PRIMER 6, version 6.1.13.

## 3 Resultat

### 3.1 Hydrografi och sediment

Temperaturen vid de grundaste stationerna (0–3 m) i Marsund/Bovik och Kumlinge låg mellan 15,8 och 17,5 respektive 14,8 och 15,7 °C. Vid de djupaste stationerna var temperaturen betydligt lägre, då den i Marsund/Bovik var 11 °C (på 12,1 m) och 11,6 °C (på 11,3 m) i Kumlinge (tab. 1). Saliniteten var något högre i Kumlinge, där den i medeltal var 6,0 ‰ (min-max 5,9 - 6,15 ‰), medan saliniteten i Marsund/Bovik var i medeltal 5,8 ‰ (min-max: 5,73 - 5,81 ‰). I Kumlinge var saliniteten också tydligt högre vid den djupaste stationen (6,15 ‰) jämfört med de andra stationerna (tab. 1). Syremättnaden var hög vid alla stationer i Marsund/Bovik, då endast två stationer (4,5 resp. 7 m djup) hade en mättnadsgrad som understeg 100 %, men ändå över 90 % (tab. 1). I Kumlinge hade endast tre stationer (på 0-6 m) en syremättnadsgrad på över 100 %, men även de andra stationerna hade en hög mättnadsgrad på över 90 % (tab. 1).

Tabell 1. Hydrografiska data från bottenfaunastationerna vid de två undersökningsområdena. Temperatur, salinitet, pH, syrehalt (mg/l) och syremättnad (%) mättes 1 m ovanför botten  
*Table 1. Hydrographical data measured at each benthic fauna station 1 meter above the bottom. The parameters given are temperature, salinity, pH, oxygen content (mg/l) and oxygen saturation (%)*

		Marsund/Bovik					
Station	Djupzon (m)	Djup (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	pH	Syre (mg/l)	Syre (%)
1	0–3	1,9	15,8	5,73	8,07	10,57	106,8
2	0–3	2,1	16,8	5,76	8,24	10,67	110,5
3	0–3	2,3	17,5	5,74	8,21	10,25	108,6
4	3–6	3,8	11,9	5,75	7,93	11,02	103
5	3–6	5,6	11,3	5,76	8,18	11,38	104,2
6	3–6	4,5	12,7	5,81	8,02	10,41	98,5
7	6–10	6,1	14,2	5,73	8,06	10,31	100,4
8	6–10	7	12,4	5,8	7,86	10,46	98,2
9	6–10	8,6	11,3	5,78	8,12	11,07	100,9
10	> 10	12,1	11	5,76	7,83	10,94	100
		Kumlinge					
Station	Djupzon (m)	Djup (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	pH	Syre (mg/l)	Syre (%)
1	0–3	2,3	14,9	5,9	8,37	11,2	110,8
2	0–3	1,9	15,7	5,91	8,39	9,58	96,2
3	0–3	1,7	14,8	5,91	8,3	10,28	101,5
4	3–6	4,1	15,3	5,93	8,38	11,73	117,1
5	3–6	4,4	13	5,96	7,86	10,32	97,9
6	3–6	5,6	13,5	5,96	8,24	10,18	98,2
7	6–10	8,7	14,4	5,91	8,3	9,85	97,9
8	6–10	8,1	13,7	5,96	8,19	10	96,9
9	6–10	7,3	12,7	5,98	8,08	10,29	97,6
10	> 10	11,3	11,6	6,15	8,18	8,95	91,6

Sedimentets organiska halt var relativt lågt vid alla stationer i båda studieområdena. I Marsund/Bovik var organiska halten lägst (0,61 %) vid den grundaste stationen, där botten främst bestod av sand och silt, medan den högsta halten (7,95 %) uppmättes vid den näst djupaste stationen, där botten bestod av enbart lera (tab. 2). I Kumlinge uppmättes den lägsta organiska halten (0,83 %) vid station 5 (4,4 m), där sedimentet bestod främst av sand. Den högsta halten (10,75 %) uppmättes vid station 7 (8,7 m), där sedimentet bestod främst av lera (tab. 2). Också den djupaste stationen i Kumlinge (11,3 m) hade en hög organisk halt (10,06 %) jämfört med de andra stationerna.

Tabell 2. Den organiska halten i sedimentet vid bottenfaunastationerna i undersökningsområdena. Sedimentets typ anges också, med den dominerande typen skriven först. *Table 2. The organic content (%) of the sediment at all benthic fauna stations. The sediment type is also given with the dominating type written first*

Station	Djupzon (m)	Marsund/Bovik		Kumlinge	
		Sedimenttyp	Org. halt (%)	Sedimenttyp	Org. halt (%)
1	0–3	sand/silt	0,61	sand/silt/grus	1,56
2	0–3	sand/lera	1,47	silt/sand	3,57
3	0–3	sand/grus	1,06	sand/grus	1,32
4	3–6	sand	1,20	sand/grus	1,88
5	3–6	silt/lera	4,20	sand/grus	0,83
6	3–6	sand	0,94	lera/grus	3,80
7	6–10	silt/grus/lera	2,59	lera/grus	10,75
8	6–10	silt/lera	4,51	lera/silt	1,19
9	6–10	lera	7,95	lera/silt/sand	5,99
10	> 10	silt/grus	3,45	lera	10,06

### 3.2 Bottenfauna

Totalt påträffades 32 arter av bottenfauna, varav 26 i Marsund/Bovik och 29 i Kumlinge (tab. 3). I Marsund/Bovik fanns det flest arter i de två grundaste djupzonerna, där 20 arter påträffades. På 6 – 10 m djup påträffades 14 arter, medan det på över 10 m djup noterades endast 11 arter. I Kumlinge fanns det flest arter på 3–6 meter, medan den grundaste och näst djupaste zonen båda hade totalt 21 arter. I den djupaste zonen påträffades endast 13 arter. Fem taxa påträffades på alla djup vid båda områdena: östersjömusslan (*M. baltica*), nyzeeländska tusensnäckan (*Potamopyrgus antipodarum*), musselkräftor (ostracoda), fåborstmaskar (Oligochaeta), och slemmasken (*Cyanophthalma obscurum*), (tab. 3). I Marsund/Bovik påträffades dessutom havsbortsmaskar (*Marenzelleria* spp.) och fjädermyggslarver (Chironomidae) i alla djupzoner. Hjärtmusslan (*Cerastoderma glaucum*), sandmusslan (*Mya arenaria*), blåmusslan (*Mytilus edulis*), tusensnäckan (*Hyrobia* spp.), båtsnäckan (*Theodoxus fluviatilis*), märlor (*Gammarus* spp.), rovborstmasken (*Hediste diversicolor*) samt hoppkräftor (Copepoda) påträffades också i tre av fyra djupzoner. Arter/taxa som endast påträffades vid de grundaste stationerna var tånggråsuggan *Idotea chelipes* och skalbaggs-larver (Coleoptera). Havsbortsmaskarna *Pygospio elegans* och *Boccardiella ligierica* (f.d. *Polydora redeki*), samt slemsäcksmasken *Halicryptus spinulosus* påträffades endast på 3 - 6 meters djup, medan vitmärlan *Monoporeia affinis* påträffades vid en station på 6–10 m djup och nattsländelarver (Trichoptera) påträffades vid den djupaste stationen.

I Kumlinge påträffades också hjärtmusslor, blåmusslor, tusensnäckor och rovborstmaskar i alla djupzoner. Dessutom påträffades sandmusslan, snäckorna *T. fluviatilis* och *Radix balthica*, märlor (*Gammarus* spp.), slammärlan *Corophium volutator*, strandvattengråsuggor (*Jaera* sp.), *Marenzelleria* spp. och fjädermyggslarver i tre av fyra djupzoner. Däremot påträffades tånggråsuggan *Idotea baltica*, *Halicryptus spinulosus*, *Limapontia capitata*, hästräkan *Crangon crangon*, *Boccardiella ligierica*, skalbaggs-larver och en hakmask (Acanthocephala) vid endast en djupzon. Vitmärlan *M. affinis* påträffades vid de djupaste zonerna (6–10 m och >10 m) i Kumlinge. Arter som förekom i

Marsund/Bovik, men inte i Kumlinge var snäckorna *Bithynia tentaculata* och *Lymnea* sp., samt tånggråsuggan (*I. chelipes*), medan arter som förekom endast i Kumlinge var hästräkan (*C. crangon*), slammärlan (*C. volutator*), tånggråsuggan *I. baltica*, strandvattengråsuggan *Jaera* spp., hakmasken (*Acanthocephala*) och vattenkvalster (*Halacaridae*).

Tabell 3. Arter/taxa som förekom i respektive undersökningsområde i de olika djupzonerna (m). Arter utmärkta med asterisk återfanns bara vid någotdera undersökningsområdet.

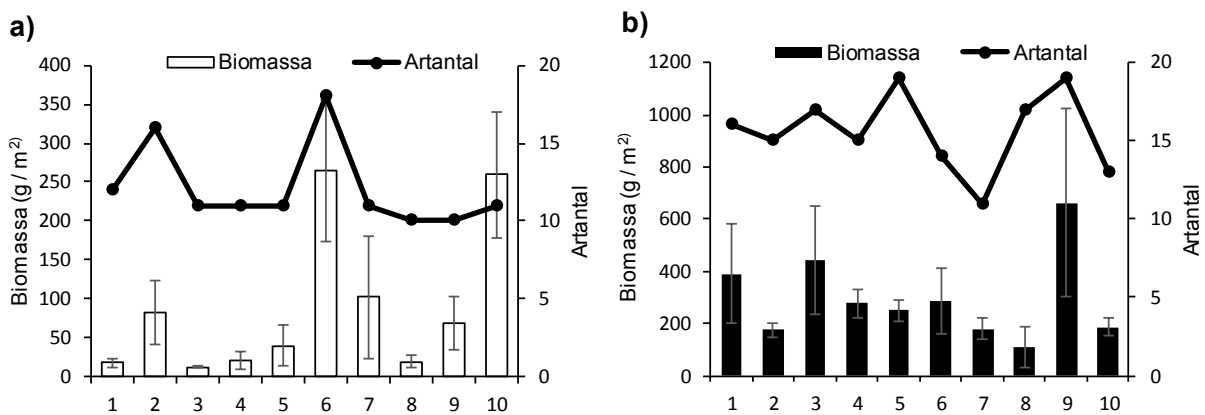
Table 3. Species/taxa that were found in the study areas in the different depth zones (m). Species noted with an asterisk were only found in one of the study areas.

Art/Taxa	Marsund/Bovik				Kumlinge			
	0–3	3–6	6–10	>10	0–3	3–6	6–10	>10
<b>MOLLUSCA</b>								
<i>Macoma balthica</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cerastoderma glaucum</i>	X	X	X		X	X	X	X
<i>Mya arenaria</i>		X	X	X		X	X	X
<i>Mytilus edulis</i>	X	X		X	X	X	X	X
<i>Hydrobia</i> spp.	X	X	X		X	X	X	X
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bithynia tentaculata</i> *	X							
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	X	X	X		X	X	X	
<i>Radix balthica</i>	X	X			X	X	X	
<i>Lymnea</i> sp. *	X							
<i>Limapontia capitata</i>	X	X					X	
<b>CRUSTACEA</b>								
<i>Gammarus</i> spp.	X	X		X	X	X	X	
<i>Crangon crangon</i> *							X	
<i>Corophium volutator</i> *					X	X	X	
Ostracoda	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Jaera</i> spp. *					X	X	X	
<i>Monoporeia affinis</i>			X				X	X
<i>Idotea baltica</i> *					X			
<i>Idotea chelipes</i> *	X							
OLIGOCHAETA	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>POLYCHAETA</b>								
<i>Hediste diversicolor</i>	X	X	X		X	X	X	X
<i>Marenzelleria</i> spp.	X	X	X	X		X	X	X
<i>Pygospio elegans</i>		X			X	X		
<i>Boccardiella ligérica</i>		X				X		
<b>PRIAPULIDAE</b>								
<i>Halicryptus spinulosus</i>		X						X
<b>INSECTA</b>								
Chironomidae	X	X	X	X	X	X	X	
Coleoptera	X				X			
Trichoptera				X	X	X		
<b>NEMERTEA</b>								
<i>Cyanophthalma obscurum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>VARIA</b>								
<i>Acanthocephala</i> *							X	
Copepoda	X	X	X		X	X		
<i>Halacaridae</i> *					X	X		
<b>Totalt antal arter</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>13</b>

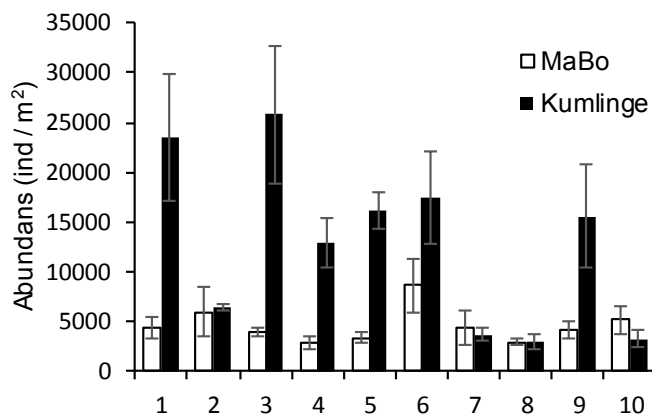
Både biomassa och abundans (per m<sup>2</sup>) av bottenfauna var betydligt högre i Kumlinge jämfört med Marsund/Bovik (fig. 2 och 3). I Marsund/Bovik hade hälften av stationerna en biomassa som inte

överskred  $50 \text{ g/m}^2$  (fig. 2 a). Högst var biomassan vid stationerna 6 ( $264 \pm 92 \text{ g/m}^2$ ) och 10 ( $259 \pm 80 \text{ g/m}^2$ ), medan den lägsta biomassan observerades vid station 3 ( $12 \pm 1,3 \text{ g/m}^2$ ). Station 6 hade också högsta artantal och abundansen ( $8590 \pm 2724 \text{ ind.}$  respektive 18 arter; fig. 3).

I Kumlinge hade fem stationer i medeltal högre biomassa än de två stationerna med högsta biomassa i Marsund/Bovik (fig. 2). De högsta biomassorna i Kumlinge uppmättes vid station 9 ( $664 \pm 363 \text{ g/m}^2$ ), men även stationerna 1 ( $390 \pm 191 \text{ g/m}^2$ ) och 3 ( $441 \pm 209 \text{ g/m}^2$ ) hade relativt hög medelbiomassa (fig. 2 b). Stationerna 1 och 3 hade också högsta individtäteterna ( $23\,471$  respektive  $25\,824 \text{ ind./m}^2$ ; fig. 3). Artantalet å sin sida var högst vid stationerna 5 och 9 med 19 arter var. Station 8 hade både lägsta biomassan ( $106 \pm 76 \text{ g/m}^2$ ) och individtäteten ( $2906 \pm 707 \text{ ind./m}^2$ ), medan station 7 hade lägsta antalet arter (11, fig. 2 b). De artvisa abundanserna för båda områdena presenteras i bilaga 2.



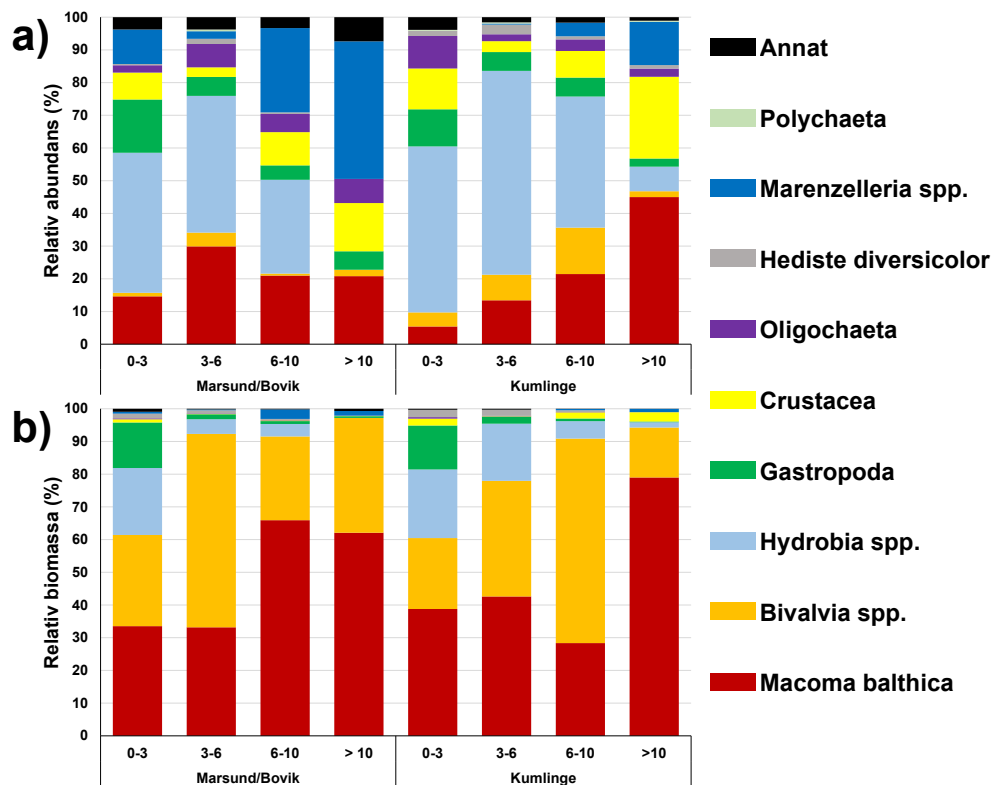
Figur 2. Biomassa ( $\text{g/m}^2$ ) i medeltal ( $\pm$  standardavvikelse) och totalt antal arter per station vid a) Marsund/Bovik och b) Kumlinge. OBS! olika skalor på vänstra y-axeln i graferna  
 Figure 2. Mean biomass ( $\text{g/m}^2$ ) and total species richness in a) Marsund/Bovik and b) Kumlinge. Error bars indicate one standard deviation. NB differing scales on primary y-axis



Figur 3 Total abundans (antal individer/m<sup>2</sup>) i medeltal ( $\pm$  standardavvikelse) per station i Marsund/Bovik och Kumlinge.  
 Figure 3. Total abundance (ind./m<sup>2</sup>) at each station in the two study areas

### 3.2.1 Bottenfaunasammansättning och diversitet

Skillnaden i den relativa artsammansättningen av bottenfauna mellan undersökningsområdena var liten, men ändå signifikant på 5 % nivå (envägs-ANOSIM;  $R=0,148$ ;  $p=0,032$ ). Medelskillnaden enligt SIMPER-analysen var 39,2 %. Största delen av skillnaderna mellan områden kunde förklaras av skillnaderna i relativa abundansen av *Marenzelleria* spp. (12,7 %) som var mer abundant i Marsund/Bovik och *Hydrobia* spp. (12,5 %) som i sin tur var mer abundant i Kumlinge. Alla andra arter/taxa utgjorde mindre än 10 % av skillnaderna enligt SIMPER-analysen. I båda områdena utgjorde snäckor, speciellt tusensnäckor (*Hydrobia* spp.) majoriteten av totala abundansen vid de två grundaste zonerna (0–6 m; fig. 4 a). Vid båda områdena minskade också andelen snäckor från grundaste till djupaste zonen. I Marsund/Bovik ökade andelen havsborstmaskar (speciellt *Marenzelleria* spp.) och kräftdjur (främst musselkräftor) med ökande djup. Östersjömusslor (*M. balthica*) utgjorde knappa 30 % av abundansen vid 3–6 m i Marsund/Bovik, men minskar sedan i andel vid de djupare zonerna (fig. 4 a). I Kumlinge sågs en ökning i andelen östersjömusslor och kräftdjur (främst musselkräftor) från den grundaste till den djupaste zonen. Också andelen *Marenzelleria* spp. ökade i de två djupaste zonerna (fig. 4 a). Biomassan i sin tur utgjordes till största delen av östersjömusslan på alla djup i båda områden, men även andra musslor (*Bivalvia*) utgjorde en betydande del av biomassan, likaså snäckor, speciellt i den grundaste zonen (fig. 4 b). Alla andra grupper utgjorde mindre än 10 % av biomassan på alla djup vid båda områdena.



Figur 4. Procentuell sammansättning av art/grupp enligt a) individantal och b) biomassa per djupzon (m) i undersökningsområdena. De angivna andelarna är beräknade enligt medeltalen av individantalen respektive biomassan (per m<sup>2</sup>) för varje art/grupp per djupzon.

Figure 4. Relative composition of a) abundance and b) biomass per depth zone and study area. Percent composition is calculated as the average number of individuals/ average weight per species/group out of total number of individuals/ total biomass.

Överlag var medeltalet för Shannon-Wieners diversitetsindex något högre i Kumlinge ( $1,61 \pm 0,41$  SD) än i Marsund/Bovik ( $1,54 \pm 0,13$  SD) (tab. 4). Däremot var det genomsnittliga jämnhetsindexet något högre i Marsund/Bovik ( $0,63 \pm 0,06$  SD) än i Kumlinge ( $0,59 \pm 0,13$  SD). I Marsund/Bovik fick station 7 det högsta värdet för diversitetsindexet (1,68), medan det lägsta värdet beräknades för station 9 (1,27). Det beräknade medelvärde av diversitetsindex och Pielous jämnhetsindex för stationerna i varje djupzon varierade mellan 1,52 (3-6 m) och 1,65 (>10 m) respektive 0,60 (3-6 m) och 0,69 (>10 m). I Kumlinge hade station 3 det hösta diversitetsindexvärde (2,28), vilket också var överlag det högsta beräknade diversitetsvärdet (tabell 4). Station 6 hade det lägsta diversitetsvärde (1,01) både överlag och i Kumlinge. Det beräknade medelvärde av diversitetsindex och Pielous jämnhetsindex för stationerna i varje djupzon varierade mellan 1,38 (3-6 m) och 1,73 (0-3 och 6-10 m) respektive 0,50 (3-6 m) och 0,63 (6-10 m).

Tabell 4. Shannon-Wieners diversitetsindex ( $H'$ ) och Pielous jämnhetsindex ( $J'$ ) för alla stationer, medeltal och standardavvikelse (SD) för båda områdena, samt beräknade medeltal för stationerna i varje djupzon.

*Table 4. Shannon-Wiener diversity index ( $H'$ ) and Pielou's evenness ( $J'$ ) for each station, overall mean and standard deviation (SD) for both study areas, and mean for stations in each depth zone.*

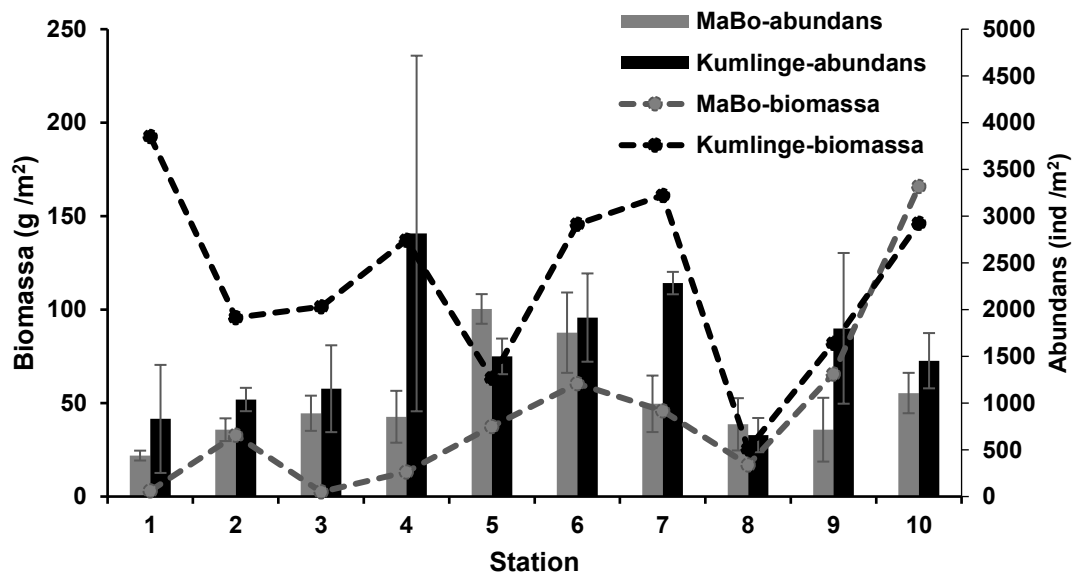
Station	MaBo	Kumlinge	MaBo	Kumlinge
	$H'$		$J'$	
1	1,65	1,21	0,66	0,44
2	1,57	1,69	0,57	0,62
3	1,42	2,28	0,59	0,79
4	1,53	1,50	0,64	0,55
5	1,46	1,64	0,61	0,56
6	1,58	1,01	0,55	0,38
7	1,68	1,30	0,70	0,54
8	1,64	2,26	0,71	0,80
9	1,27	1,64	0,55	0,56
10	1,65	1,58	0,69	0,62
<b>Medeltal</b>	1,54	1,61	0,63	0,59
<b>StD</b>	0,13	0,41	0,06	0,13
	MaBo	Kumlinge	MaBo	Kumlinge
<b>Djupzon (m)</b>	$H'$		$J'$	
0-3	1,55	1,73	0,61	0,62
3-6	1,52	1,38	0,60	0,50
6-10	1,53	1,73	0,65	0,63
> 10	1,65	1,58	0,69	0,62

### 3.2.2 Östersjömusslans förekomst och längdfördelning

I Marsund/Bovik förekom flest östersjömusslor vid station 5, där totalabundansen var  $2006 \pm 158$  ind./m<sup>2</sup> (fig. 5). Totalabundansen var även hög vid stationerna 6 och 10, där abundansen också översteg 1000 individer per kvadratmeter. Däremot var abundansen lägst vid station 1 ( $438 \pm 53$  ind./m<sup>2</sup>), station 2 ( $715 \pm 121$  ind./m<sup>2</sup>) och station 9 ( $715 \pm 341$  ind./m<sup>2</sup>). Både biomassan och musslornas medellängd var



högst vid station 10 (166 g och  $6,9 \pm 1,5$  mm) och lägst vid station 3 (2,5 g och  $2,0 \pm 0,4$  mm) i Marsund/Bovik (fig. 5 och 6). Vid alla stationer i Marsund/Bovik utgjorde de minsta längdklasserna (1–3 mm) största delen av abundansen (fig. 6). Vid station 9 och 10 var 4 mm längdklassen mest abundant, men fördelningen mellan längdklasserna var överlag jämnare, då även de större storleksklasserna (10–19 mm) var representerade. De stora ( $>10$  mm) längdklasserna fattades så gott som helt vid de grundaste stationerna (1–3 m; fig. 6).

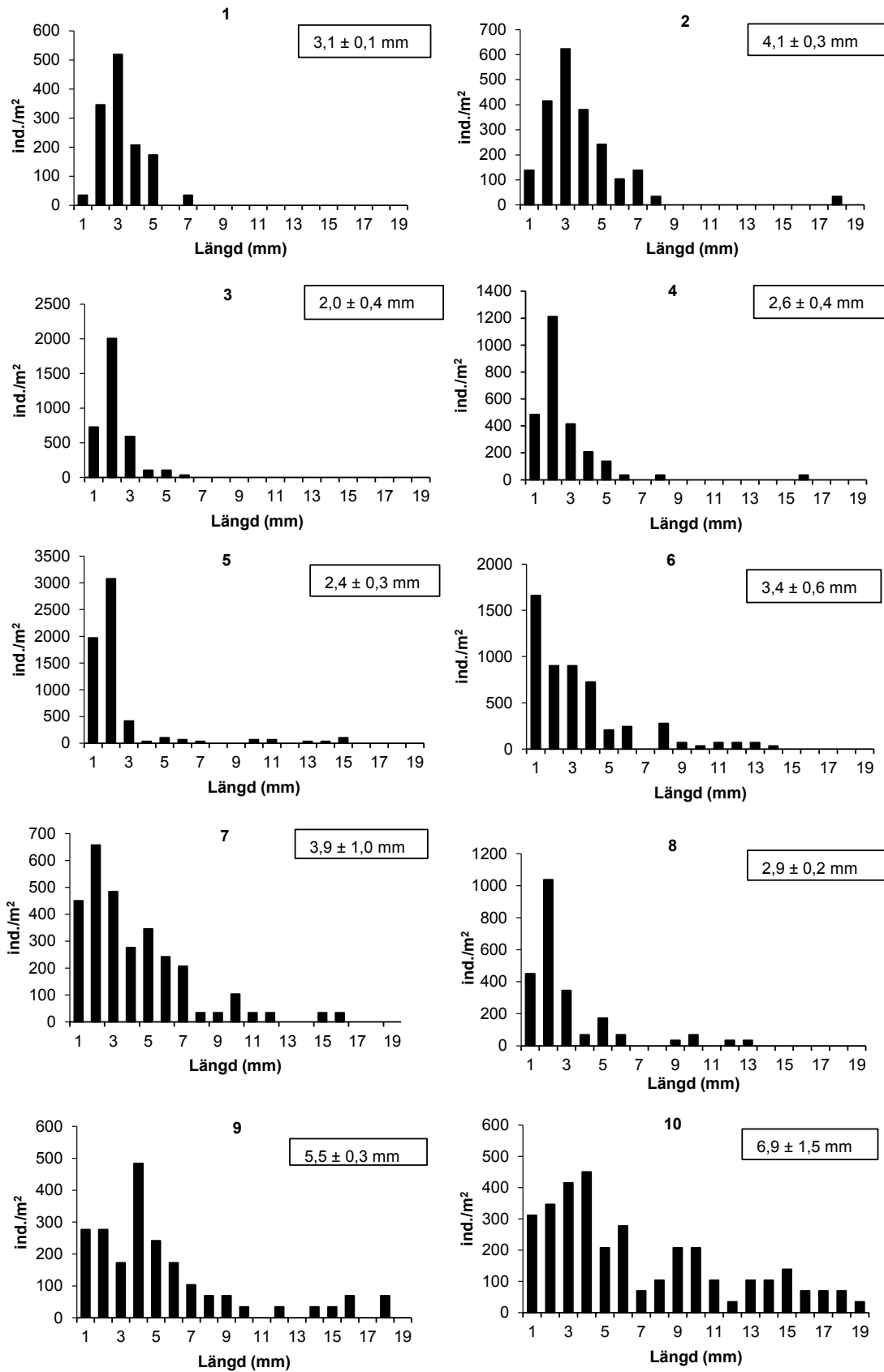


Figur 5. Biomassa och abundans i medeltal ( $\pm$  standarddeviatio) av östersjömusslan (*Macoma balthica*) vid de två områdena

Figure 5. Mean biomass and abundance ( $\pm$  standard deviation) of Baltic clam (*Macoma balthica*) in the study areas

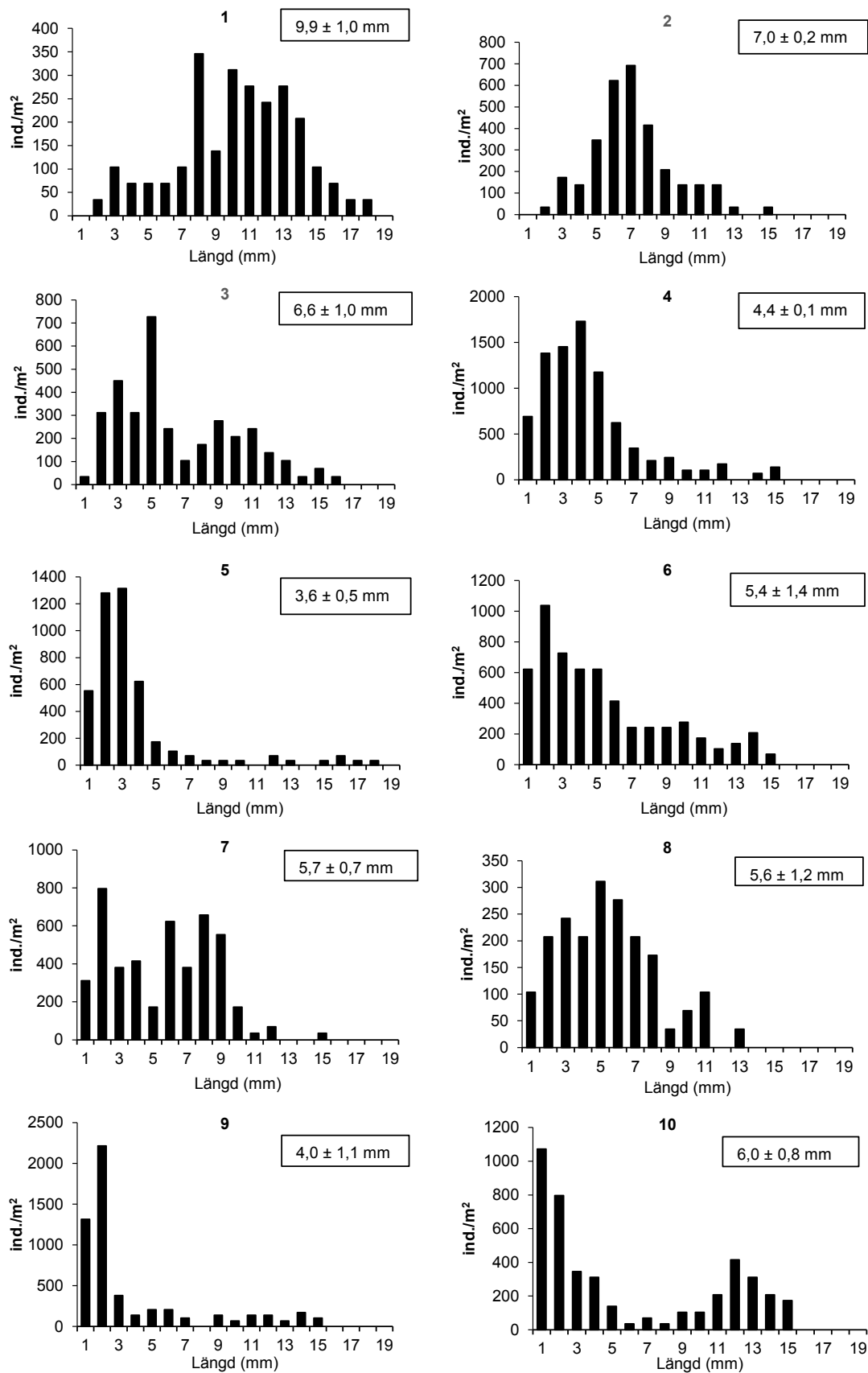
Överlag var både abundansen och biomassan av östersjömussla högre i Kumlinge än i Marsund/Bovik, förutom vid stationerna 5 och 8, där abundansen var lägre och station 10 där biomassan var lägre i Kumlinge än i Marsund/Bovik (fig. 5). Även medellängderna var högre i Kumlinge, då alla stationer hade en medellängd som översteg 3 mm (fig. 7).

I Kumlinge hade station 4 högsta medelabundansen ( $2814 \pm 1902$  ind./m²), med ett maximumvärde på 4844 individer/m² (fig. 5). Lägst var abundansen vid station 8 ( $657 \pm 183$  ind./m²) och närmast vid station 1 ( $830 \pm 578$  ind./m²). Station 8 hade även den lägsta medelbiomassan (26 g/m²), medan den högsta biomassan uppmättes vid station 1 (192 g/m²) där även musslornas medellängd var högst ( $9,9 \pm 1,0$  mm) (fig. 5 och 7). Vid de övriga stationerna översteg medelabundansen 1000 ind./m² och biomassan varierade mellan 63 och 161 g/m². Vid station 1 var så gott som alla längdklasser (1–19 mm) välrepresenterade. Överlag var längdklasserna 1–10 mm mest abundanta vid alla stationer, men även större individer ( $> 10$  mm) påträffades vid samtliga stationer i Kumlinge (fig. 7).



Figur 6. Östersjömusslans längdfördelning vid stationerna 1 - 10 i Marsund/Bovik. Medellängd  $\pm$  standardavvikelse anges för varje station.

Figure 6. The length distribution of *Macoma balthica* at stations 1-10 in Marsund/Bovik. Average length and standard deviation is given for each station



Figur 7. Östersjömusslans längdfördelning vid stationerna 1-10 i Kumlinge. Medellängd  $\pm$  standardavvikelse anges för varje station.

Figure 7. The length distribution of *Macoma balthica* at stations 1-10 in Kumlinge. Average length and standard deviation is given for each station

### 3.3 Habitatkartering

#### 3.3.1 Marsund/Bovik

Siktdjupet i Marsund/Bovik var 4,0 meter vid undersökningstiden. Den mest allmänna habitattypen i området var barbotten, då 61,4 % av punkterna representerade denna habitattyp (tab. 5). Bland de grundaste stationerna (0–3 m) saknades barbotten dock helt, då alla punkter räknades antingen som enarts- eller blandsamhällen (30 % respektive 70 % av punkterna i djupzonen). Alla punkter i över 10 m djupzonen var barbotten (tab. 5). Den dominerande bottenypen var mjukbotten (93,2 %) och endast 6,8 % av samtliga punkter klassificerades som hårbotten (10 % vid 0–3 m och 11,8 % vid 3–6 m; tabell 5).

Tabell 5. Antal punkter och procentuell fördelning (%) av bottenyper och habitattyper enligt djupzon i Marsund/Bovik. Dominerande typer utmärkta med svärtad stil.

*Table 5. Number of points and relative occurrence (in percent, %) of bottom types and habitat types per depth zone. Number of points and relative occurrence (in percent, %) of bottom types and habitat types per depth zone. The dominating types are indicated in bold.*

Djupzon (m)	# punkter	Mjuk	Hård	Bland	Enarts	Bland	Bart
0–3	10	<b>90,0</b>	10,0	-	30,0	<b>70,0</b>	-
3–6	17	<b>88,2</b>	11,8	-	11,8	23,5	<b>64,7</b>
6–10	12	<b>100,0</b>	-	-	-	8,3	<b>91,7</b>
>10	5	<b>100,0</b>	-	-	-	-	<b>100,0</b>
<b>Totalt</b>	44	<b>93,2</b>	6,8	-	11,4	27,3	61,4

Kärlväxtsamhällen, oftast dominerade av borst- eller ålnate (*Stuckenia pectinata* och *Potamogeton perfoliatus*), var de mest allmänna habitattyperna bland både enarts- och blandsamhällen (tabell 6). Blåstång (*Fucus vesiculosus*) tillsammans med kransalger påträffades vid en punkt (2,3 %) på 7 m. Detta var också den djupaste punkten där makrofytter med över 10 % täckningsgrad påträffades. Blåstång- och ålgrässamhällen påträffades i samma andel (2,3 %; tab. 6). Dessutom dominerade brunalgen sudare (*Chorda filum*) vid en punkt (2,3 %). Inga blåmusselhabitat (täckningsgrad på över 15 % högre än andra arter) påträffades i hela området. Blåmusslor med över 10 % täckningsgrad förekom endast vid två av 44 punkter (4,5 %), men enstaka klungor av blåmusslor påträffades vid sex av punkterna som låg mellan 1,8 och 11,8 meter (tab. 6). Två av dessa punkter (9,3 och 11,8 m djup) klassades som barbotten, medan resten var växtbklädda.

Vid två punkter täcktes botten helt (100 %) eller nästan helt (70 %) av en cyanobakteriematta och syrefria fläckar med svavelbakterier. Överlag förekom drivande och epifytiska trådalger allmänt. Lokaler där trådalger täckte minst 30 % av vegetationen och/eller botten uppgick till 22,7 %. Därutöver kunde spår av syrefria förhållanden, i form av svavelbakterier, metangasbildning eller metangasgropar, ses vid 50 % av punkterna.

Tabell 6. Fördelning av olika habitattyper per djupzon (m). Andelen habitattyper anges som procent (%) av samtliga filmade punkter (44 st.) i Marsund/Bovik

*Table 6. Relative occurrence (expressed as percent of the total number of video points) of different habitat types per depth zone (m).*

Arter/ grupper	0–3	3–6	6–10	>10	Total
<b>Blandsamhällen</b>	15,9	9,1	2,3	-	27,3
Blåstång+ kransalg	-	-	2,3	-	2,3
Kärlväxter	15,9	9,1	-	-	25,0
<b>Enartssamhällen</b>	6,8	4,5	-	-	11,4
Sudare	2,3	-	-	-	2,3
Kärlväxt	4,5	-	-	-	4,5
Ålgräs	-	2,3	-	-	2,3
Blåstång	-	2,3	-	-	2,3
<b>Barbotten</b>	-	25,0	25,0	11,4	61,4

### Värdefulla habitat

Vid åtta punkter (18,2 %) uppfylldes åtminstone ett av kriterierna för värdefulla habitat. Ålgräs (*Z. marina*) påträffades vid två punkter, med en täckningsgrad på över 20 % vid båda punkterna. Vid ena punkten var det den dominerande arten medan den vid andra påträffades blandat med andra kärlväxter. Båda punkterna klassificerades även som artrika habitat, med 4–5 arter av makrofytter, då genomsnittet för området var två arter. Tre andra punkter uppfyllde också detta kriterium. Två av de grunda punkterna (1,8 och 2,5 m djup) uppfyllde kriterierna för fiskyngelhabitat, med 80–120 % täckningsgrad av höga växter (bl.a. ålnate, borstnate, slingor och sudare). Endast en punkt vid 3,6 m djup hade ett blåstångsbälte med en täckningsgrad som överskred 30 % (55 %). Rödalgsbälten påträffades inte.

### 3.3.2 Kumlinge

Siktdjupet som uppmättes i Kumlinge vid undersökningstiden var 5,8 meter. Den mest allmänt observerade habitattypen i Kumlinge var blandsamhällen (37,8 %), medan både enartssamhällen och barbotten förekom vid 31,1 % av punkterna (tab. 7). I den grundaste zonen förekom både enarts- och blandsamhällen i lika stor andel (44,4 %), medan 11,1 % klassificerades som barbotten. I 3–6 meter dominerade blandsamhällen (75,5 %), medan de två djupaste zonerna dominerades av barbottenhabitat (61,5 % och 80 %) (tab. 7). Mjukbotten dominerade bottentypen i samtliga djupzoner (84,4 % totalt). Hårdbotten påträffades mellan 0 och 10 m vid sammanlagt 11,1 % av punkterna och högst var andelen hårdbotten vid de grundaste punkterna (22,2 %; tab. 7). I 6–10 m observerades alla bottentyper, men även där dominerade mjukbotten (83,3 %). De djupaste punkterna bestod till 100 % av mjukbotten.

Tabell 7. Antal punkter och procentuell fördelning (%) av bottentyper och habitattyper enligt djupzon i Kumlinge. Dominerande typer utmärkta med svärtad stil.

Table 7. Number of points and relative occurrence (in percent, %) of bottom types and habitat types per depth zone. The dominating types are indicated in bold.

Djupzon (m)	# punkter	Mjuk	Hård	Bland	Enarts	Bland	Bart
0–3	9	<b>77,8</b>	22,2	-	<b>44,4</b>	<b>44,4</b>	11,1
3–6	13	<b>84,6</b>	15,4	-	16,7	<b>75,0</b>	8,3
6–10	18	<b>83,3</b>	5,6	11,1	53,8	23,1	<b>61,5</b>
>10	5	<b>100,0</b>	-	-	20,0	-	<b>80,0</b>
Totalt	45	<b>84,4</b>	11,1	4,4	31,1	<b>37,8</b>	31,1

Den mest allmänt förekommande typen av blandsamhällen, var kärlväxtdominerade samhällen (tab. 8). Dessa bestod antingen av enbart kärlväxter (oftast dominerade av borst- eller ålnate; 15,6 %), eller av kärlväxter i kombination med sudare (*C. filum*, 2,2 %), kransalger (6,7 %) eller blåmusslor (2,2 %). Blandsamhällen som dominerades av sudare förekom vid 6,6 % av punkterna, på 3–10 meters djup. Kransalgen *Tolypella nidifica* dominerade blandsamhällen vid en punkt (2,2 %), likaså blåmusslor (tab. 8).

Det mest allmänna enartssamhället var blåmusselsamhälle (11,1 %) mellan 7,5 och 12,5 m djup (tab. 8). Det är anmärkningsvärt att alla dessa påträffades på mjukbotten. Överlag förekom blåmusslor vid 39 av punkterna (86,7 %) mellan 2,2 och 12,5 m djup, och vid 13 punkter (28,9 %) översteg täckningsgraden 10 %. Den mest allmänt förekommande arten av makrofyter var brunalgen sudare, som påträffades vid 37 av punkterna och vid 12 av dem i över 10 % täckningsgrad. Platser med enartssamhällen dominerades av sudare som förekom vid 8,9 % av punkterna, på 2 till 7,3 m djup. Borstnate dominerade 6,7 % av punkterna, på 2,5 till 6 m djup (tab. 8). Blåstångssamhällen (35 och 50 % täckningsgrad) observerades på två punkter (4,4 %) i den grundaste zonen. Överlag förekom enstaka fastsittande tångruskor mellan 4 och 12,5 m djup vid fem punkter. Dessutom observerades lösdrivande, levande blåstång med 1–10 % täckningsgrad på sex punkter. Kransalgen *T. nidifica*, förekom relativt allmänt och observerades totalt vid 20 punkter (44,4 %) mellan 1,8 och 7,5 meters djup. Vid 5 av dessa punkter var täckningsgraden minst 15 %. Bar botten observerades i alla djupzoner, men de flesta av dessa punkter låg på 6-10 meters djup (17,8%).

Vid fem punkter (mellan 2,2 och 4,5 m djup) observerades den ettåriga grönalgen *Monostroma balticum*, vars täckningsgrad uppgick till 80 %. Dessutom var andelen lokaler där trådalger täckte minst 30 % av vegetationen och/eller botten påtagligt hög (60 %). Cyanobakteriemattor observerades vid två lokaler, med 1 respektive 20 % täckningsgrad, medan syrefria fläckar påträffades vid tre lokaler (1–5 % täckningsgrad). Makrofyter med över 10 % täckningsgrad påträffades ända ner till 7,5 m.

Tabell 8. Fördelning av olika habitattyper per djupzon (m). Andelen habitattyper anges som procent av filmade punkter (45 st.) i Kumlinge

Table 8. Relative occurrence (expressed as percent of the total number of video points) of different habitat types per depth zone (m)

Arter/grupper	0–3	3–6	6–10	>10	Totalt
<b>Blandsamhällen</b>	8,9	22,2	6,7	-	37,8
Blåmusslor + sudare	-	-	2,2	-	2,2
Sudare + blåmusslor	-	-	2,2	-	2,2
Sudare + kärlväxter	-	2,2	-	-	2,2
Sudare + kärlväxter + blåmusslor	-	2,2	-	-	2,2
Kransalg + kärlväxter/sudare	-	-	2,2	-	2,2
Kärlväxter	8,9	6,7	-	-	15,6
Kärlväxter + sudare	-	2,2	-	-	2,2
Kärlväxter + kransalg	-	6,7	-	-	6,7
Kärlväxter + blåmusslor	-	2,2	-	-	2,2
<b>Enartssamhällen</b>	8,9	4,4	15,6	2,2	31,1
Blåmusslor	-	-	8,9	2,2	11,1
Blåstång	4,4	-	-	-	4,4
Sudare	2,2	2,2	4,4	-	8,9
Kärlväxt	2,2	2,2	2,2	-	6,7
<b>Barbotten</b>	2,2	2,2	17,8	8,9	31,1

### Värdefulla habitat

Av de 45 punkter som karterades, uppfyllde sammanlagt 10 (22,2 %) åtminstone ett av kriterierna för värdefulla habitat. Sex av dessa punkter (13,3 %), på mellan 2 och 4,4 m djup, uppfyllde kriterierna för fiskyngelhabitat med 60–100 % täckningsgrad av högvuxna arter (borstnate, ålnate och sudare). Dessutom kunde två av dessa klassificeras som artrika habitat. Utöver detta fanns två andra lokaler med kärlväxter och kransalgen *T. nidifica* som klassades som artrika. Blåstångsbälten med över 30 % täckning observerades på två punkter (2,2 och 2,7 m djup).

### 3.3.3 Analys av skillnader

Undersökningsområdena skiljde sig signifikant från varandra gällande växtsamhällets uppsättning (envägs-ANOSIM;  $R=0,252$ ;  $p=0,001$ ). Enligt SIMPER-analysen var medelskillnaden mellan områdena 89,3 % och största skillnaderna i växtsamhällena orsakades av de olika relativa abundansen av sudare (22,2 %), som var mer abundant i Kumlinge och därefter av *Myriophyllum* spp. (14,7 %) samt *Potamogeton perfoliatus* (12,6 %), som var mer abundanta i Marsund/Bovik jämfört med Kumlinge.

## 4 Diskussion

### 4.1 Skillnader i bottenfaunasammansättningen

Bottenfaunasamhällets sammansättning skiljde sig inte påtagligt mellan undersökningsområdena då den studerades på artnivå. I båda områdena var östersjömusslan (*M. balthica*) och tusensnäckor (*Hydrobia* spp.) de mest abundanta arterna, både gällande förekomstfrekvens bland stationerna och antal individer, vilket är allmänt för bottenfaunasamhällen i norra Östersjön (BONSDORFF et al. 1991, AARNIO et al. 2011, ROUSI et al. 2011, WEIGEL et al. 2015). Bottenfaunasamhällets uppbyggnad kan i allmänhet förklaras med olika abiotiska faktorer, så som sedimenttyp (kornstorlek), sedimentets organiska halt, djup, temperatur, salinitet och exponeringsgrad (BONSDORFF et al. 2003, PERUS & BONSDORFF 2004, ROUSI et al. 2011). Skillnader mellan stationerna och således även djupzonerna, samtidigt även likheterna mellan områdena, kan långt förklaras med dessa faktorer. Abundansen av *Marenzelleria* spp. och Ostracoda, samt delvis *M. balthica* ökar med ökat djup vid båda områdena, medan förekomsten av andra arter t.ex. *H. diversicolor* och en del växtätande/betande arter, som vissa amphipoder och snäckor, minskar. Amphipoden *M. affinis* och slemsäcksmasken *H. spinulosus* påträffades endast vid de djupaste stationerna. Dessa förändringar i arternas förekomst förklaras främst med djup, och därmed sedimenttyp, salinitet, temperatur och syrehalt (ROUSI et al. 2011). Det bör dock påpekas att endast en station undersöktes för bottenfauna i den djupaste zonen och det kan således finnas arter som inte påträffades i denna undersökning.

Skillnader mellan områdena orsakades främst av skillnader i abundansen, då såväl totalabundans och totalbiomassa, som antal arter var högre i Kumlinge än i Marsund/Bovik. Liknande skillnader i abundansen och biomassan av bottenfauna ses ofta då ytterskärgården jämförs med mellan- och innerskärgården (AARNIO et al. 2011) och dessa skillnader kan delvis hänföras samma abiotiska variabler som nämns ovan. Skillnaderna är ändå troligen även kopplade till habitatdiversitet och makrofyters täckningsgrad. Flera studier har påvisat betydligt högre abundans och biomassa i växtsamhällen, jämfört med barbottensamhällen (PIHL 1986, BOSTRÖM & BONSDORFF 1997). Detta beror på att växtligheten bidrar till bl.a. sedimentets stabilitet genom att minska vågornas och strömmarnas inverkan på botten (DUARTE 1995), samt bidrar till en större mångfald av lämpliga habitattyper (habitatheterogenitet) för in- och epifauna (BOSTRÖM & BONSDORFF 1997, TÖRNROOS et al. 2013). Dessutom förser växtsamhällen evertebraterna med såväl föda och habitat som skydd från predation. Alla dessa faktorer bidrar till en högre artdiversitet och abundans av evertebrater. Växtsamhällenas abundans och diversitet var betydligt högre i Kumlinge än i Marsund/ Bovik, vilket i sin tur kan förklara den högre abundansen och biomassan av bottenfauna. En högre täckningsgrad av växter medför högre abundans av bl.a. växtätande arter, så som t.ex. snäckorna *T. fluviatilis* och *R. balthica* (BOSTRÖM & BONSDORFF 1997). Diversiteten hos bottenfaunasamhället skiljde sig dock inte nämnvärt mellan områdena, men variationen bland stationerna var större i Kumlinge, då både de högsta och de lägsta värdena observerades där. Detta beror troligen på att habitat-heterogeniteten i Kumlinge var större och bidrog således till större skillnader mellan stationerna. Skillnaderna vid de djupare stationerna var i sin tur inte lika märkbara, vilket också troligen beror på likheterna mellan dessa habitat.



De djupa stationerna dominerades av barbotten med mjuksediment, som i allmänhet har lägre artdiversitet, men ofta högre abundans och biomassa (ROUSI et al. 2011).

Östersjömusslans rekrytering verkar vara på en god nivå i båda områdena, eftersom individtätheterna i de minsta längdklasserna var relativt höga. I Marsund/Bovik var de vuxna individernas överlevnad dock betydligt sämre, då en avsaknad av flera längdklasser av större musslor kunde konstateras. Detta resulterade också i en lägre biomassa vid de stationer där stora individer fattades. Troligen kan detta hänföras till både ogynnsamma abiotiska förhållanden (tidvis syrebrist) och ett högt predationstryck. Östersjömusslan är relativt tålig för t.o.m. långvariga perioder av låga syrehalter i sedimentet (MODIG & OLAFSSON 1998, LONG et al. 2008), men oftast leder detta till en ökad utsättning för predation då musslorna måste förflytta sig mot sedimentytan (TALLQVIST 2001). Tydliga tecken på syrebrist kunde ses speciellt i Marsund/Bovik, där syrefria fläckar, med svavelvätebildning och metangropar var allmänna, trots att syrehalten och -mättnadsgraden var hög vid alla bottenfaunastationer.

Den betydligt högre abundansen och förekomstfrekvensen av blåmusslor i Kumlinge (vilket också bidrog till den högre biomassan överlag) kan inte förklaras med förekomst av mer lämpligt underlag (d.v.s. hårbotten), eftersom hårbotten endast förekom vid 11,1 % av punkterna. Blåmusslorna i Kumlinge förekom ofta även på mjukbotten vid större djup och fastsittande på växtlighet (främst sudare, *C. filum*) på grunda områden. I samband med NANNUT-karteringen (KIVILUOTO 2012) konstaterades att blåmusselsamhällen var mer allmänna på mjukbotten än hårbotten, vilket även var fallet i denna studie. Detta kan bero på minskad konkurrens med växter på djupare mjukbotten. Orsaken till att blåmusslorna saknades vid liknande habitat i Marsund/Bovik kan eventuellt bero på en högre sedimentation (överlag större inslag av fint sediment i Marsund/Bovik och grumligare vatten, vilket tyder på högre sedimentation) som sannolikt kunde leda till att blåmusslorna täcks av sediment i mer skyddade områden. Dessutom är mört, som är en av de mest allmänt förekommande fiskarterna i Marsund/Bovik (ÅLR 2016), en effektiv predator på blåmusslor i norra Östersjön (LAPPALAINEN et al. 2005), och kunde således påverka musslornas förekomst negativt via predation.

## 4.2 Skillnader i växtsamhällen och habitat

Växtsamhällets uppbyggnad och makrofyternas djuputbredning regleras främst av botten typ, salinitet, siktdjup och exponeringsgrad (CHAMBERS & KALFF 1985, ERIKSSON & BERGSTRÖM 2005). Området i södra Kumlinge hade betydligt högre siktdjup och således bättre ljusförhållanden även på de djupaste punkterna (>6 m). En del av ljuset nådde även ner till de djupaste punkterna (10 – 12,5 m). Goda ljusförhållanden på större djup än det uppmätta siktdjupet kan bero på att de djupaste stationerna var ofta belägna på ännu mer exponerade ställen än där siktdjupet mättes, och hade därmed i verkligheten större siktdjup. Den hårda vinden under provtagningsperioden gjorde också mätning av siktdjupet svårt, vilket kan ha lett till att siktdjupet underskattades. I Marsund/Bovik var ljusförhållanden goda endast vid de grundare punkterna (<6 m) och resten av punkterna hade dåliga ljusförhållanden. Trots detta skiljde sig den totala djuputbredningen av makrofyter med över 10 % täckningsgrad inte märkbart mellan områdena; 7 och 7,5 meter i Marsund/Bovik respektive Kumlinge. I Kumlinge

påträffades enbart enstaka exemplar av sudare och kärlväxter vid över 8 m djup. Överlag var ändå den genomsnittliga täckningsgraden och antalet växtarter högre i Kumlinge än i Marsund/Bovik. Detta kan också i hög grad hänföras till bättre ljusförhållanden och vattenutbyte i området (kortare medelvattenutbytestid, ÅLR 2015a). Förutom skillnader i täckningsgrad, skiljde sig också växtsamhällets uppbyggnad från varandra, då den klart mest abundanta arten i Kumlinge var brunalgen sudare (*C. filum*), medan i Marsund/Bovik var de mest allmänna arterna kärlväxterna borst- och ålnate. Förekomsten av ålgräs på 3,6–3,7 m djup i Marsund/Bovik påvisar dock att det även här förekommer lokaler med relativt gott vattenombyte och goda ljusförhållanden. Det bör dock noteras att en av de två lokaler där ålgräs förekom (längre in i Marsund) var helt täckt av trådalger och botten visade tecken på syrebrist (svavelväte-fläckar).

Blåstångens djuputbredning används som en miljöindikator enligt EU:s vattenramdirektiv och här skiljde sig lokalerna tydligt från varandra. Blåstång påträffades ner till 7 m i Marsund/Bovik, men endast ner till 3,6 m i Kumlinge. Detta är något förvånande, eftersom förhållandena i Kumlinge, med bättre vattenutbytesförhållanden och mera hårdbotten, kunde tänkas gynna förekomsten av blåstång. Inom NANNUT-kartering observerades dock också att blåstångens utbredning inte var på en förväntad nivå (KIVILUOTO 2012). En förklaring kan dock vara att stränderna med hårdbotten är mer utsatta för vind och vågerosion och blåstång förekommer därför vid mer skyddade, grundare lokaler. Detta kunde också förklara varför det förekommer lösdrivande tångruskor på djupare mjukbotten i Kumlinge.

### 4.3 Habitatkvalitet för fisk

Grunda växtsamhällen är viktiga för flera arter av fisk, inte enbart för födotillgången, men även som lekplatser och skydd från predation (SEITZ et al. 2013). Habitatets kvalitet för fisk utgörs därför främst av en tillräckligt hög täckningsgrad av högbevuxna arter. Då studieområdena utvärderades med tanke på värdefulla habitat var det två av de grunda punkterna i Marsund/Bovik som uppfyllde kriterierna för fiskyngelhabitat. Utöver detta observerades ålgrässamhällen vid två punkter och blåstångsbälten vid en punkt. Eftersom dessa habitat också kan anses vara värdefulla yngelområden (GUNDERSEN et al. 2017), fanns det totalt fem punkter (11,3 %) som kan klassificeras som viktiga fiskyngelhabitat. Dessa var ändå färre än i Kumlinge, där det identifierades sex fiskyngelhabitat och dessutom två blåstångsbälten, vilket sammanlagt betyder åtta fiskyngelområden, d.v.s. 17,8 % av punkterna. Då man också beaktar den överlag högre abundansen och biomassan av bottenfauna, av såväl epi- som infauna, är förhållandena gynnsammare för fiskreproduktion och uppväxt i Kumlinge än i Marsund/Bovik. I samband med drop-video-inventeringen observerades små fiskar (främst storspigg, *Gasterosteus aculeatus*) frekvent i Kumlinge, medan liknande observationer (av främst sand/lerstubb, *Pomatoschistus* spp.) gjordes sällan i Marsund/Bovik.

### 4.4 Miljöstatus i områdena

Enligt den senaste klassificeringen av ekologisk status i åländska vatten (åren 2006–2012) har området i Marsund/Bovik nått god/måttlig ekologisk status, medan vattnen runt Kumlinge har måttlig status (ÅLR 2015 a, b). Undersökningsområdena saknar storskaligt jordbruk och/eller andra stora utsläppskällor

(t.ex. vattenreningsverk), men enligt förvaltningsplanen för åländska vatten som utarbetats av ÅLR orsakar dock fiskodlingar majoriteten av den lokala näringsbelastningen i kustvattnen (ÅLR 2015 a). Denna klassificering är baserad på näringshalter (totalkväve och -fosfor), siktdjup, klorofyll-a, makrofytutbredning och bottenfauna (AARNIO 2015, ÅLR 2015a). Klassificeringen är en sammanställning för hela området och gällande t.ex. bottenfauna och makrofytutbredning baserar den sig på ett fåtal punkter i området och bottenfaunadata från Kumlinge saknas helt. En mer detaljerad utredning som denna ger således mer specifik information av tillståndet i de grundaste vattenområdena. Resultaten i denna rapport stöder klassificeringen för Marsund/Bovik gällande t.ex. syrehalt och –mättnad, som låg på en god nivå vid båda områdena (vinden före och under provtagningen var kraftig, vilket motverkar syrebrist), också sedimentets organiska halt var relativt låg. Överlag tyder också dominans av långlivade arter så som *M. balthica* och andra musslor och snäckor, i likhet med en låg abundans av chironomider och oligochaeter, på bottenfaunasamhällets goda tillstånd (LEPPÄKOSKI 1975, BONSDORFF et al. 1986). En hög abundans av östersjömusslor kan dock också vara ett tecken av måttlig näringsbelastning (BONSDORFF et al. 1997). Förekomsten av arter som är känsliga för störning, så som *M. affinis* (i viss mån även t.ex. *H. spinulosus*, ostracoder, *L. capitata* och *Jaera* spp.) är dock ett tecken på frisk botten (LEPPÄKOSKI 1975, MODIG & OLAFSSON 1998). Resultaten tyder ändå på något bättre miljötillstånd i Kumlinge än Marsund/Bovik, eftersom artantal av både makrofyter och bottenfauna, totalabundans och biomassa, samt genomsnittligt diversitetsindex för bottenfauna var lägre i Marsund/Bovik, samtidigt som östersjömusslans längdfördelning var jämnare och medellängderna högre i Kumlinge. Det bör dock noteras att kriterierna för god status skiljer sig mellan de olika skärgårdszonerna och ytterskärgården borde vara mer opåverkat av näringsbelastning och mänskliga aktiviteter. Förekomsten av heltäckande cyanobakteriemattor i Marsund/Bovik är ändå en tydlig indikator på övergödning. Sämre vattenutbyte i de mer skyddade inre vikarna i Marsund/Bovik gynnar också utvecklingen av syrefria förhållanden i samband med mattorna. Epifytiska trådalger var dock påtagligt allmänna vid båda områdena och i Kumlinge påträffades även täta bestånd av Östersjösallat *M. balticum*, en snabbväxande opportunistisk alg, som under försommaren kan bilda mycket täta bestånd i grunda vatten (TOLSTOY & ÖSTERLUND 2003). Den rikliga förekomsten av påväxtalger är ett symptom av den mer övergripande näringsbelastningen som fortfarande präglar kustområden runt hela Östersjön (CEDERWALL & ELMGREN 1980, PERUS & BONSDORFF 2004, RÖNNBERG & BONSDORFF 2004), trots vissa tecken på lokal förbättring i miljötillstånd (HELCOM 2014).

## 4.5 Sammanfattning

- Bottenfaunasamhällets artuppsättning skiljde sig inte märkbart mellan områdena, då östersjömusslan (*M. balthica*) och tusensnäckan (*Hydrobia* spp.) utgjorde de mest allmänna arterna vid både Marsund/Bovik och Kumlinge. Musslor utgjorde också majoriteten av biomassan vid båda områdena i samtliga djupzoner.
- Artantalet och artdiversiteten var något högre i Kumlinge, medan jämnheten (Pielous index) var högre i Marsund/Bovik. Bottenfaunabundansen och biomassan var högre i Kumlinge, vilket är typiskt då ytterskärgårdens bottenfaunasamhällen jämförs med mellanskärgård. Den högre

abundansen och biomassan kan även påverkas av den överlag högre täckningsgraden av makrofyter i Kumlinge.

- Habitatdiversiteten var också högre i Kumlinge, där den mest allmänna habitattypen var blandsamhällen, medan barbotten dominerade i Marsund/Bovik. Mjukbotten var den mest allmänna bottenotypen vid båda områdena.
- Makrofytsamhällets sammansättning skiljde sig betydligt mellan områdena. I Kumlinge var sudare (*C. filum*) den mest allmänna arten, medan nateväxter dominerade i Marsund/Bovik. Kärlväxtsamhällen var ändå de mest allmänna blandsamhällen i båda områdena.
- Andelen värdefulla habitat var 18,2 % och 22,2 % i Marsund/Bovik respektive Kumlinge. I Kumlinge var också andelen värdefulla fiksyngelhabitat högre.
- Trots att bottenfaunasamhället i båda områdena visade tecken på gott miljötilstånd, indikerar en relativt riklig förekomst av epifytiska trådalger och lokalt även heltäckande cyanobakteriemattor påverkan av eutrofiering.

## 5 Litteraturförteckning

AARNIO, K., MATTILA, J., TÖRNROOS, A. & E. BONSDORFF, 2011. Zoobenthos as an environmental quality element: the ecological significance of sampling design and functional traits. *Mar. Ecol.* 32 (Suppl. 1): 58–71.

AARNIO, K., 2015. Klassificering av Ålands kustvatten 2006-2012 med hjälp av bottenfauna, samt förslag för revidering av övervakningsprogrammet för bottenfauna. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 144, 29 s.

BONSDORFF, E., LEPPÄKOSKI, E. & C.-S. ÖSTERMAN, 1986. Patterns in zoobenthic succession following physical and chemical disturbance in the northern Baltic Sea. *Publ. Water Res. Inst. Finland* 68: 117-121.

BONSDORFF, E., AARNIO, K. & A. LINDELL, 1990. Bottenfauna och hydrografi i den Åländska skärgården 1972-1990: Mariehamn och Eckerö 1990, samt en totalanalys av den fastländska skärgården i relation till eutrofiering. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 75, 31 s.

BONSDORFF, E., AARNIO, K., & E. SANDBERG, 1991. Temporal and spatial variability of zoobenthic communities in the archipelago waters of the Northern Baltic Sea – consequences of eutrofication? *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 76: 433-449.

BONSDORFF, E., BLOMQVIST, E.M., MATTILA, J. & A. NORKKO, 1997. Long-term changes and coastal eutrophication. Examples from the Åland Islands and the Archipelago Sea, northern Baltic Sea. *Oceanol. Acta*: 20: 319-329.

BONSDORFF, E., LAINE, A. O., HÄNNINEN, J., VUORINEN, I. & A. NORKKO, 2003. Zoobenthos of the outer archipelago waters (N. Baltic Sea) – the importance of local conditions for spatial distribution patterns. *Boreal Env. Res.* 8: 135-145.

CEDERWALL, H. & R. ELMGREN, 1980. Biomass increase of benthic macrofauna demonstrates eutrophication of the Baltic Sea. *Ophelia Suppl.* 1: 287-304.

DUARTE, C. M., 1995. Submerged aquatic vegetation in relation to different nutrient regimes. *Ophelia* 41: 87-112

ERIKSSON, B.K. & L. BERGSTRÖM, 2005. Local distribution patterns of macroalgae in relation to environmental variables in the northern Baltic Proper. *Eustar. Coast Shelf Sci.* 62: 109-117.

GUNDERSEN, H., BRYAN, T., CHEN, W., MOY, F. E., SANDMAN, A. N., SUNDBLAD, G., SCHNEIDER, S., ANDERSEN, J. H., LANGAS, S. & M. G. WALDAY, 2017. Ecosystem Services In the Coastal Zone of the Nordic Countries. *TemaNord 2016:552*. Nordiska Ministerrådet, Köpenhamn, 127 s.

HALDIN, D., 1994. En översiktlig kartering av vattenvegetationen på hårbottenlokaler i nordvästra Ålands skärgård 1994. *Forskn. rapp. från Husö biol. stat.* No 90. 60 s.

HELCOM, 2014. Eutrophication status of the Baltic Sea 2007-2011 - A concise thematic assessment. *Baltic Sea Environment Proceedings* No. 143. 41 s.

LAPPALAINEN, A., WESTERBOM, M. & O. HEIKINHEIMO, 2005. Roach (*Rutilus rutilus*) as an important predator on blue mussel (*Mytilus edulis*) populations in a brackish water environment, the northern Baltic Sea. *Mar. Biol.* 147: 323-330.

LEPPÄKOSKI, E., 1975. Assessment of degree of pollution on the basis of macrozoobenthos in marine and brackish-water environments. *Acta Acad. Abo. Ser. B Math. Phys* 35: 1-90.

LONG, W. C., BRYLAWSKI, B. J. & R. D. SEITZ, 2008. Behavioral effects of low dissolved oxygen on the bivalve *Macoma balthica*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 359: 34-39.

LUNDBERG, C., ÖGÅRD, J., EK, M., & M. SNICKARS, 2012. Undervattensmiljö i norra Östersjön. Viktigt att tänka på vid havsnära planering. *Rapporter 70/2012*. Närings- trafik- och miljöcentralen i Nyland, 54 s.

MODIG, H. & E. ÓLAFSSON, 1998. Responses of Baltic benthic invertebrates to hypoxic events. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 229: 133-148.

MÄENSIVU, M., 2006. Testning av parametrar (klorofyll-*a* och djuputbredning av blåstång, *Fucus vesiculosus*) för beskrivning av biologiska kvalitetsfaktorer enligt EU:s ramdirektiv för vatten. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 115. 72 s.

PERUS, J., & E. BONSDORFF, 2004. Long-term changes in macrozoobenthos in the Åland archipelago, northern Baltic Sea. J. Sea. Res. 52(1): 45-56.

ROUSI, H., PELTONEN, H., MATTILA, J., BÄCK, S. & E. BONSDORFF, 2011. Impacts of physical environmental characteristics on the distribution of benthic fauna in the northern Baltic Sea. Boreal Environ. Res. 16: 521-533.

RÖNNBERG, C., & E. BONSDORFF, 2003. Baltic Sea eutrophication: area specific ecological consequences. Hydrobiologia 514: 227-241.

TALLQVIST, M., 2001. Burrowing behaviour of the Baltic clam *Macoma balthica*: effects of sediment type, hypoxia and predator presence. Mar. Ecol. Prog. Ser. 212: 183-191.

TOLSTOY, A. & K. ÖSTERLUND, 2003. Alger vid Sveriges Östersjökust- en fotoflora. ArtDatabanken, SLU, Uppsala. 282 s.

SEITZ, R. D., WENNHAGE, H., BERGSTRÖM, U., LIPCIUS, R. N., & T. YSEBAERT, 2013. Ecological value of coastal habitats for commercially and ecologically important species, ICES Journal of Marine Science, 71: 648-665.

WEIGEL, B., ANDERSSON, H. C., MEIER, H. M., BLENCKNER, T., SNICKARS, M., & E. BONSDORFF, 2015. Long-term progression and drivers of coastal zoobenthos in a changing system. Mar. Ecol. Prog. Ser. 528: 141-159.

ÅLANDS LANDSKAPSREGERING, 2015a. Förvaltningsplan för avrinningsdistriktet Åland år 2016-2021. 238 s.

ÅLANDS LANDSKAPSREGERING, 2015b. Åtgärdsprogram för grundvatten, sjöar och kustvatten 2016-2021. 77 s.

ÅLANDS LANDSKAPSREGERING (FISKERIBYRÅN), 2016. Faktablad om provfisket i Marsund/Bovik 2016. Fiskeribyrån, Ålands landskapsregering. URL: <http://www.regeringen.ax/miljo-natur/fiske-fiskar/provfisken>, besökt 23.11.2017

## Bilagor

Bilaga 1. Provtagningsstationer för bottenfauna med koordinater och djup angivna för varje station. Stationens drop-video ID (punktnummer) anges också (se fig. 1)

Appendix 1. Benthic fauna sampling stations with coordinates and depth at each station. The corresponding drop-video ID is also given (see fig. 1)

Lokal	N-koord. WGS84,		E-koord. (WGS84,		Djup (m)	Video ID
	Station (nr)	dd.ddddd)	dd.ddddd)			
Marsund/Bovik	1	60.28738	19.73880	1,9	47	
	2	60.29592	19.72581	2,1	46	
	3	60.29276	19.71331	2,3	53	
	4	60.27877	19.62625	3,8	64	
	5	60.27096	19.65957	5,6	66	
	6	60.29944	19.61424	4,5	71	
	7	60.29782	19.73271	6,1	77	
	8	60.25857	19.66357	7	79	
	9	60.29824	19.63911	8,6	83	
	10	60.30266	19.66834	12,1	89	
Kumlinge	1	60.22455	20.82195	2,3	5	
	2	60.22038	20.82097	1,9	6	
	3	60.23348	20.82118	1,7	9	
	4	60.22562	20.79467	4,1	15	
	5	60.21030	20.85193	4,4	19	
	6	60.21137	20.82367	5,6	21	
	7	60.24038	20.83550	8,7	30	
	8	60.23427	20.84100	8,1	32	
	9	60.20823	20.83290	7,3	38	
	10	60.21823	20.77053	11,3	41	

Appendix 2. Mean (M) abundance (ind./ m<sup>2</sup>) and standard error of the mean (S.E.) at all stations in Marsund/Bovik.

Bilaga 3. Medeltal (M) och medeltalets medelfel (S.E) av abundanserna (ind./m<sup>2</sup>) vid samtliga stationer i Kumlinge.

Appendix 3. Mean (M) abundance (ind./ m<sup>2</sup>) and standard error of the mean (S.E.) at all stations in Kumlinge.

Station	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Art/Grupp	M	S.E.	M	S.E.	M	S.E.	M	S.E.	M	S.E.	M	S.E.	M	S.E.	M	S.E.	M	S.E.	M	S.E.
<i>Macoma balthica</i>	830,4	333,7	1038,1	72,0	1153,4	268,3	2814,3	1098,3	1499,4	110,0	1914,6	272,7	2283,7	69,2	657,4	105,7	1799,3	465,5	1453,3	170,7
<i>Cerastoderma glaucum</i>	11,5	11,5	92,3	30,5	634,4	126,9	380,6	34,6	323,0	110,0	230,7	83,2	23,1	11,5	34,6	20,0	507,5	211,7	23,1	11,5
<i>Mya arenaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	11,5	11,5	-	-	-	-	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
<i>Mytilus edulis</i>	57,7	11,5	23,1	11,5	1568,6	246,6	461,4	122,1	1845,4	736,3	369,1	147,3	-	-	276,8	79,9	2272,2	1202,2	23,1	11,5
<i>Hydrobia spp.</i>	15917,0	4187,1	3079,6	314,0	9238,8	1411,6	6955,0	588,6	8973,5	515,3	12964,2	2751,0	438,3	169,9	230,7	113,6	8189,2	2380,3	242,2	91,5
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2445,2	596,1	-	-	219,1	61,0	-	-	934,3	105,7	57,7	57,7	230,7	50,3	173,0	52,9	565,2	70,2	80,7	30,5
<i>Bithynia tentaculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	242,2	103,8	126,9	30,5	1222,6	291,1	161,5	41,6	784,3	545,4	80,7	30,5	-	-	80,7	50,3	103,8	52,9	-	-
<i>Radix balthica</i>	1257,2	376,1	795,8	91,5	-	-	-	-	645,9	511,0	-	-	-	-	34,6	20,0	46,1	46,1	-	-
<i>Lymnea spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Limapontia capitata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46,1	23,1	-	-
<i>Gammarus spp.</i>	80,7	50,3	11,5	11,5	203,-	642,2	92,3	50,3	46,1	30,5	11,5	11,5	-	-	-	-	92,3	41,6	-	-
<i>Crangon crangon</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,5	11,5	-	-
<i>Corophium volutator</i>	-	-	-	-	726,6	675,4	11,5	11,5	-	-	-	-	-	-	23,1	23,1	-	-	-	-
Ostracoda	219,1	57,7	196,1	41,6	1672,4	411,5	553,6	177,6	161,5	30,5	657,4	124,8	34,6	20,0	161,5	128,4	1015,0	459,6	795,8	348,3
<i>Jaera sp.</i>	-	-	11,5	11,5	1764,7	765,2	-	-	-	-	11,5	11,5	-	-	23,1	23,1	369,1	188,8	-	-
<i>Monoporeia affinis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46,1	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
<i>Idotea baltica</i>	11,5	11,5	-	-	207,6	103,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Idotea chelipes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oligochaeta	1972,3	653,2	392,2	289,0	3171,9	859,3	173,0	20,0	346,0	40,0	461,4	70,2	69,2	40,0	599,8	305,8	115,3	61,0	80,7	50,3
<i>Hediste diversicolor</i>	80,7	11,5	242,2	72,0	553,6	87,1	807,4	251,4	103,8	34,6	461,4	133,0	34,6	-	23,1	11,5	149,9	30,5	34,6	20,0
<i>Marenzelleria spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	57,7	57,7	92,3	57,7	426,8	70,2	392,2	94,4	103,8	20,0	426,8	152,6
<i>Pygospio elegans</i>	-	-	-	-	161,5	161,5	11,5	11,5	138,4	52,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Boccardiella ligERICA</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	11,5	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halicryptus spinulosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,5	11,5
Chironomidae	103,8	20,0	115,3	30,5	1337,9	341,6	438,3	83,2	57,7	30,5	23,1	23,1	34,6	20,0	92,3	11,5	-	-	-	-
Coleoptera	-	-	11,5	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trichoptera	-	-	11,5	11,5	34,6	-	-	-	11,5	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyanoptalma obscurum</i>	126,9	70,2	173,0	34,6	-	-	11,5	11,5	34,6	34,6	11,5	11,5	23,1	11,5	80,7	30,5	126,9	30,5	34,6	34,6
Acanthocephala	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,5	11,5	-	-
Copepoda	92,3	30,5	-	-	126,9	64,2	11,5	11,5	103,8	52,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Halacaridae	23,1	23,1	-	-	-	-	34,6	34,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



## De senaste Forskningsrapporterna från Husö biologiska station:

- No 130** 2011 KAUPPI, L. Kartering av undervattenvegetation i kustområden i NV och SÖ Åland. (*Mapping of underwater vegetation in coastal areas of NW and SE Åland*).
- No 131** 2011 Litteraturoversikt av blåmusslans biologi och ekologi i Östersjön. (*A review of the biology and ecology of the blue mussel (Mytilus edulis L.) in the Baltic Sea*).
- No 132** 2012 ABRAHAMSSON, D. Gösens (Sander lucioperca (L.)) förekomst i Ivarskärsfjärden (*The occurrence of pikeperch (Sander lucioperca (L.)) in Ivarskärsfjärden*).
- No 133** 2013 GRIPENBERG, F. En fältkartering av potentiella yngelområden för gös (Sander lucioperca L.) - mätningar av grumlighet och andra miljöparametrar. (*A field survey of potential spawning sites for pikeperch (Sander lucioperca L.) - measurements of turbidity and other environmental parameters*).
- No 134** 2013 HOLGERSSON, E. Kartering av makrofyter, framtagandet av en klassificeringsmetod för att kunna beräkna ekologisk status för Ålands skärgård och skapandet av miljöövervakningsprogram. (*Survey of macrophytes, the creation of classification methods for calculation of ecological status in archipelago of Åland and creation of an environmental monitoring program*).
- No 135** 2013 KIVILUOTO, S. Kartering och klassificering av undervattensmiljöer samt tillämpning av informationen på den regionala planeringen. NANNUT-projektet på Åland 2010-2012. (*Surveying and evaluating underwater nature values and applying the knowledge in spatial planning processes. Project NANNUT in Åland 2010-2012*).
- No 136** 2013, EVELEENS MAARSE, F., K., J. Kartering av undervattenvegetation och lekplatser för fisk i Mönsfladan på Åland. (*Mapping of submerged vegetation and fish breeding grounds in the Mönsfladan, Åland*).
- No 137** 2013, GREN, M. Provfiske i Långsjön, Östra Kyrksundet, Västra Kyrksundet, Dalkarby träsk och Lavsböle träsk 2013. (*Test fishing in lakes Långsjön, Östra Kyrksundet, Västra Kyrksundet, Dalkarby träsk and Lavsböle träsk 2013*).
- No 138** 2014, WIKLUND, H. Undersökning av fiskbestånden i Markusbölefjärden och Vargsundet 2014. (*Investigation of the fish community in the Lake Markusbölefjärden and the Lake Vargsundet 2014*).
- No 139** 2015, GRIPENBERG, F. Provfiske med ryssja – är det möjligt att fiska på rena karpfisksbestånd (Cyprinidae) på Åland? (*Sampling with fish traps – is it possible to fish on pure stocks of cyprinids on Åland?*).
- No 140** 2015, CEDERBERG, T., BJÖRKHOLM, C. & B. WEIGEL. Bottenfaunan i Ålands skärgård 2013. (*The benthic fauna of the Åland archipelago 2013*).
- No 141** 2015, SAARINEN, A. Beräkning av ekologisk status för Ålands ytvattenförekomster utgående från kartering av makrofyter: ett förslag till övervakningsprogram och harmonisering av metoder mellan Åland och Finland. (*Assessment of ecological status for the surface waters of Åland based on macrophyte surveys: a proposal for an environmental monitoring program and for harmonization of methods between Åland and Finland*).
- No 142** 2015, EVELEENS MAARSE, F., K., J. Klassificering av vattenvegetationen i sjöarna Markusbölefjärden, Långsjön och Lavsböle träsk enligt EU:s ramdirektiv för vatten. (*Classification of the aquatic vegetation in the lakes Markusbölefjärden, Långsjön and Lavsböle träsk according to the EU Water Framework Directive*).
- No 143** 2015, GRIPENBERG, F. Förekomst av kräfta i fyra sjöar i Geta, norra Åland 2015 (*The occurrence of crayfish in four lakes in Geta, northern Åland 2015*).
- No 144** 2015, AARNIO, K. Klassificering av Ålands kustvatten 2006-2012 med hjälp av bottenfauna, samt förslag till revidering av övervakningsprogrammet för bottenfauna. (*Classification of the coastal waters of the Åland Islands 2006-2012 using zoobenthos, and a suggestion of revision of the zoobenthos monitoring programme*).
- No 145** 2017, SAARINEN, A. Återhämtning av vattenmiljön efter avvecklandet av fiskodling: uppföljning av återhämtningsstatus vid Andersö och Järsö samt vid en ny lokal, Bergö. (*Recovery of the aquatic environment after the cessation of fish farming: a follow up study of the recovery status at Andersö and Järsö and at a new site, Bergö*).
- No 146** 2017, EVELEENS MAARSE, F., K., J. En helhetsbild av Lumparn-områdets status. (*A complete picture of the Lumparn area*).
- No 147** 2017, HERLEVI, H. Jämförande undersökning av bottenfaunasamhället och bottenhabitatet vid Marsund/Bovik (NV Åland) och SÖ Kumlinge. (*A comparative study on the benthic fauna and habitat in Marsund/Bovik (Northwestern Åland islands) and SE Kumlinge (Eastern Åland Islands)*).  
(detta nummer, present no)

ISSN: 0787-5460  
ISBN: 978-952-12-3644-0

Åbo 2017